Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

Cádiz, 27-29 de enero de 2005

Volumen II

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de Historia de la Construcción

arquitectosdecadiz

COAATC
Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz

TEXTOS SOBRE TEORÍA E HISTORIA DE LAS CONSTRUCCIONES
Colección dirigida por Santiago Huerta Fernández

F. Bores, J. Fernández Salas, S. Huerta, E. Rabasa (Eds.). **Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**

A. Casas, S. Huerta, E. Rabasa (Eds.). **Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**

A. Choisy. **El arte de construir en Roma.**

A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio..**

A. Choisy. **El arte de construir en Egipto.** (en preparación)

A. Choisy. **Historia de la arquitectura.** (en preparación)

A. Graciani, S. Huerta, E. Rabasa, M. A. Tabales (Eds.). **Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica.**

R. Guastavino. **Ensayo sobre la construcción cohesiva. (en preparación)**

J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica.**

J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica.**

J. Heyman. **La ciencia de las estructuras.**

J. Heyman. **Vigas y pórticos.**

J. Heyman. **Análisis de estructuras. Un estudio histórico**

S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas.**

S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América.**

S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the First International Congress on Construction History.**

J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII.** (en preparación)

H. Straub. **Historia de la ingeniería de la construcción.** (en preparación)

A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas.**

E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval.**

Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

CUARTO CONGRESO NACIONAL DE HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN, **Cádiz, 27-29 enero 2005**

Organizado por:
Sociedad Española Historia de la Construcción
Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz
Instituto Juan de Herrera. Escuela T. S. de Arquitectura de Madrid

Con la colaboración de:
C. O. de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz
Ayuntamiento de Cádiz
Diputación de Cádiz

Presidente

Ricardo Aroca Hernández-Ros

Presidente de Honor

Julio Malo de Molina Martín Montalvo

Secretaría General

Amparo Graciani García

Comité Organizador

Santiago Huerta
Amparo Graciani García
Juan Jiménez Mata
Gema López Manzanares
Manuel Luna Rodríguez
Mercedes Ponce Ortiz[
Miguel Ángel Tabales Rodríguez

Comité Científico

Juan José Arenas
Antonio Albardonedo Freire
Miguel Arenillas Parra
Ricardo Aroca Hernández-Ros
Begoña Arrúe Ugarte
Francisco Bueno Hernández
Ángel Luis Candelas Gutiérrez
Antonio de las Casas Gómez
Antonio Castro Villalba
Rafael Cortés Gimeno
Manuel Durán Fuentes
Teodoro Falcón Márquez
José Fernández Salas
Nicolás García Tapia
Francisco Javier Girón Sierra
José Luis González Moreno-Navarro
Ignacio González Tascón
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Gema López Manzanares
Pedro Navascués Palacio
Enrique Nuere Matauco
José Carlos Palacios Gonzalo
Enrique Rabasa Díaz
Pere Roca
Antonio Ruiz Hernando
Fernando Sáez Ridruejo
Cristina Segura
Miguel Ángel Tabales Rodríguez
Fernando Vela Cossío
Luis Villanueva Domínguez
Arturo Zaragozá Catalán

Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

Cádiz, 27 – 29 de enero de 2005

edición a cargo de:
Santiago Huerta

Volumen II

Instituto
Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de
Historia de la
Construcción

arquitectosdecadiz

COAATC
Colegio Oficial de Aparejadores
y Arquitectos Técnicos de Cádiz

ISBN: 84-9728-149-7 (Obra completa)
ISBN: 84-9728-146-2 (Vol. II)
Depósito Legal: M. 1.312-2005
Portada: Escena de construcción tomada de *Las cantigas de Santa Marjía* de Alfonso X el Sabio
Fotocomposición e impresión:
EFCA, S. A. Parque Industrial «Las Monjas»
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

Índice

Prólogo de *Santiago Huerta* xiii

COMUNICACIONES

Aita, Danila. Un'interpretazione meccanica dei criteri geometrici presenti nei trattati di Stereotomia 1

Albardonedo Freire, Antonio y Fernando Betancourt Serna. Régimen jurídico de la construcción en las partidas de Alfonso X el Sabio 11

Alonso Ruiz, Begoña. El cimborrio de la magna hispalense 21

Alvarez Luna, María de los Ángeles; José María Guerrero Vega y Manuel Romero Bejerano. Los problemas estructurales de la parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera: los sistemas de construcción aplicados a la restauración monumental 35

Anguís Climent, Diego y María Dolores Robador González. La antigua lonja del río Barbate 49

Arenillas Parra, Miguel; J. I. Hereza Domínguez, J. C. Castillo Barranco; M. C. Pintor Ruano, C. Díaz-Guerra Jaén y R. Cortés Gimeno. La presa romana de Muel en el río Huerva (Zaragoza) 61

Ariza López, Iñigo. El Colegio de Santa Victoria 67

Arriaga Carmona, Felipe. Teoría y práctica de la construcción en la España de la autarquía 77

Arrúe Ugarte, Begoña y Oscar Reinares Fernández. Construcción, ruina, reconstrucción y conservación de la iglesia monasterio de San Millán de la Cogolla de Yuso (La Rioja) 87

Asenjo Rodríguez, José Enrique. El cálculo de bóvedas y estribos, en los proyectos de puentes de fábrica en la provincia de Guadalajara 99

Azorín López, Virtudes y Yolanda Sánchez-Montero, Carlos Villagrá Fernández. El Instituto de la Construcción y del Cemento: de la investigación científica a la innovación tecnológica 111

Basterra Otero, Luis Alfonso; Gema Ramón, Isabel Barranco, Gamaliel López, Luis Acuña, Enrique Relea y Milagros Casado. Avance de propuestas metodológicas para el diagnóstico y análisis de estructuras de madera históricas 121

Bernabeu Larena, Jorge. Precedentes históricos de colaboración entre acero y hormigón en la construcción de puentes 133

Boato, Anna, Daniela Pittaluga. Terrazze sui tetti 143

Borrallo Jiménez, Milagrosa. Evolución histórica del uso de elementos metálicos en la construcción con madera 155

Calama Rodríguez, José María y Cecilia Cañas Palop. El conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales, como base fundamental para la recuperación de elementos arquitectónicos: aplicación a un caso de armadura de cubierta 165

Calama Rodríguez, José María y Cecilia Cañas Palop. El asiento de las armaduras de cubiertas del Palacio de Pedro I en Sevilla 171

Calvo López, José. La reconstrucción de la iglesia de Santa Cruz de Cádiz tras el asalto inglés de 1596 185

Camino Olea, Mª Soledad. Los tres mercados de hierro de la ciudad de Valladolid 195

Candelas Gutiérrez, Angel Luis e Iñigo Ariza López. Funcionamiento estructural de las armaduras de par y nudillo. Metodología de análisis 203

Candelas Gutiérrez, Angel Luis. El peinazo: un modesto compendio de relaciones geométricas 213

Cárdenas y Chávarri, Javier de; Luis Maldonado Ramos e Ignacio Javier Gil Crespo. Técnicas tradicionales de construcción en Lanzarote 219

Carrasco, José. Estructuras de amplitud máxima en el gótico catalano-aragonés de Barcelona y Manresa 233

Casas, Antonio de las. El pantano del Chorro. Forma de cálculo y procesos constructivos en presas 241

Cassinello Plaza, María Josefa. Racionalidad sismica en la arquitectura ojival: tipos estructurales y constructivos 249

Castilla Pascual, Francisco Javier y Paz Núñez Martí. Estudio para la recuperación de la técnica del tapial en la construcción tradicional de la provincia de Albacete 259

Climent Simón, José Manuel. Evolución de la técnica constructiva en el ámbito de la vivienda de los núcleos de población de la Huerta de Gandía 277

Corradi, Massimo y Valentina Filemio. The medieval source on Mechanics and the Treatise of Mechanics by Jacopo Barozzi da Vignola 289

Crescente, Roberto y Alberto Cacciavillani. Las técnicas constructivas en la arquitectura bizantina. Dos ejemplos italianos: la Católica de Stilo y San Vitale en Ravenna 297

Cuenca Prat, Beatriu. El rol femenino en la construcción medieval. La iglesia de San Félix de Girona 307

Chamorro Trenado, Miguel Ángel. Los libros de obra de la iglesia de San Félix de Girona en el siglo XIV 317

Díaz Regodón, Inés y Lorena Lemus Molina. Estudio histórico-arquitectónico del monasterio de Santa María de Valdeiglesias 329

Díaz del Campo Martin Mantero, Ramón Vicente. Hormigón y fé: las iglesias de Miguel Fisac 341

Domouso, Francisco. Tratados sobre hormigón armado y cemento armado en España: 1900-1911 353

Durán Fuentes, Manuel. La obra del puente: fuente primaria para su conocimiento e identificación 363

Eggemann, Holger y Karl-Eugen Kurrer. Puentes de arco del sistema «Melan» 377

Font Arellano, Juana. De Cancho Roano a La Olmeda: mil años de construcción con tierra en la España pré-islámica 389

Forlani, María Cristina. El conocimiento de la tradición constructiva local abruzzese 395

Freire Tellado, Manuel J. La bóveda plana de la sacristía del Monasterio de San Lorenzo de Trasouto 407

Galarza Tortajada, Manuel. Un contrato de obras del siglo XV 419

Gámiz Gordo, Antonio, Diego Anguís Climent. Edificaciones fluviales cordobesas . La imagen gráfica como medio de conocimiento de construcciones históricas 429

García, Rafael. Henri Thunnissen. Estudioso de la construcción abovedada y arquitecto 439

García Bodega, Andrés y Fernando da Casa Martín. El tratado de Portuondo 451

García Muñoz, Julián. Visto o revocado: consideraciones sobre la ejecución de fábricas de ladrillo 463

Giner García, María Isabel. El edificio como fuente de información. Particularidades de las soluciones constructivas. El Palau de Llutxent (Valencia) 471

Girón Sierra, Fco. Javier. El análisis de la construcción romana según Piranesi: ¿Fantasía o ciencia? 479

Gómez de Terreros Guardiola, Pedro. Arquitectura mudéjar sevillana de los siglos XIII, XIV y XV: Una clasificación de las parroquias medievales de Sevilla 489

González Martín, Cristina. Las intervenciones de Francisco Pons-Sorolla en la Catedral de Santiago de Compostela entre 1962 y 1975 499

González Moreno-Navarro, José Luis y Albert Casals Balagué. La insondable organización constructiva del Palacio Güell de Barcelona, obra de Antoni Gaudí 511

González Redondo, Esperanza y Ricardo Aroca Hernández-Ros. Cimbrado y descimbrado de puentes en el siglo XVIII: Perronet 519

González Redondo, Esperanza y Ricardo Aroca Hernández-Ros. Construcción de una casa con entramado de madera en Madrid en 1759 529

Graciani García, Amparo. Depósitos fundacionales en las cimentaciones metopotámicas y egipcias 537

Graciani García, Amparo. Una aproximación a las fábricas de albañilería en ladrillo en la construcción mesopotámica. El descubrimiento de la adherencia y la traba 547

Guerra García, Pablo. La red viaria romana: Investigando las arterias invisibles 561

Guerra Pestonit, Rosa Ana. La bóveda del presbiterio de la iglesia del Colegio del Cardenal de Monforte de Lemos 571

Hernando de la Cuerda, Rafael. Armaduras ocultas de madera en los tratados españoles y franceses 581

Huerta, Santiago. Lecreulx 1774. Una memoria inédita sobre el colapso de estribos de fábrica 593

Iori, Tullia y Sergio Poretti. Pier Luigi Nervi's works for the 1960 Rome Olympics 605

Jaureguizar, Francisco y Juan P. Valcárcel. Torroja y las láminas de hormigón en la posguerra española: el gimnasio-piscina de la Escuela Naval de Marín 615

Jódar Mena, Manuel. Reformas en el interior de la capilla del Salvador de Úbeda a finales del siglo XVIII: la intervención de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando 623

Jordá Such, Carmen. El hormigón armado y el desarrollo de la tipología laminar: la transformación del canon en la arquitectura moderna 633

Juan García, Natalia. Los artífices de la construcción del monasterio alto de San Juan de la Peña (Huesca) 643

López Manzanares, Gema. La contribución de R. G. Boscovich al desarrollo de la teoría de cúpulas. El informe sobre la Biblioteca Cesarea de Viena 655

López Mozo, Ana. Bóvedas cilíndricas en el Monasterio de El Escorial 667

Luxán, María Pilar de; Vanessa Fernández, Marta Pellizon, Fernando Dorrego y Beatriz Vicente. La torre del Valle de San Andrés (Tenerife): técnicas y evolución de su construcción defensiva 679

Maldonado Ramos, Luis y David Rivera Gámez. El entramado de madera como arquetipo constructivo: De la arquitectura tradicional a los sistemas modernos 687

Maldonado Ramos, Luis. La razón constructiva de la Arquitectura Negra de Guadalajara desde el moderno punto de vista de la historia de la cultura material 699

Marín Palma, Ana M. y Antonio Miguel Trallero Sanz. El nacimiento de la cerámica armada 707

Marín Sánchez, Rafael. El uso estructural arcos realizados mediante dovelas prefabricadas de mortero de yeso en el siglo XVI 717

Martín García, Juan Manuel. El Aljibe de la Alhambra de Granada: historia de la construcción 729

Martín García, Mariano. La construcción del tapial en época nazarí 741

Martínez, Antonio Alejandro. La modulación implicita de la arquitectura a través de los sistemas tradicionales de construcción 749

Martínez Montero, Jorge. La escalera en la arquitectura civil burgalesa del Renacimiento 759

Merino de Cáceres, José Miguel. La torre mozárabe de la iglesia de San Millán de Segovia 771

Mora Alonso-Muñoyerro, Susana. Un monasterio cisterciense en el Bierzo 781

Morales Segura, Mónica. Fuentes documentales para el estudio de la evolución del espacio en los edificios de baños desaparecidos desde la época romana hasta nuestros días en la Meseta Sur 791

Nuere Matauco, Enrique. La carpintería española y su inventario 799

Ortega Vidal, Javier y Miguel Ángel Alonso Rodriguez. Sobre la torre «cupulada» del siglo XVI en el Palacio de Aranjuez 803

Ortueta Hilberath, Elena de. Los expedientes de licencias de obras del siglo XIX y la historia de la construcción 809

Palacios Gonzalo, José Carlos. Las bóvedas de crucería rebajadas: criterios de diseño y construcción 821

Palaia Pérez, Liliana y Santiago Tormo Esteve. La construcción de artesonados en el siglo XVI en Valencia, habilidad o geometría 831

Pecoraro, Ilaria. L'impiego della stereotomia nelle architetture a conci squadrati a filari isodomi di terra d'otranto fra medievo ed eta' moderna 841

Peñalver Martínez, María Jesús y Juan Francisco Maciá Sánchez. Los diques de Carena de Jorge Juan y Sebastián Feringán en el Real Arsenal de Cartagena 851

Pinto Puerto, Francisco. El cimborrio de madera del antiguo convento de San Pablo de Sevilla 863

Pliego de Andrés, Elena y Alberto Sanjurjo Álvarez. La influencia persa en el origen de la arquitectura gótica: Dieulafoy y su tesis 875

Pomar Rodil, Pablo Javier y Álvaro Recio Mir. Las constituciones sinodales de las diócesis de Andalucía como fuentes para la historia de la construcción 889

Rabasa Díaz, Enrique y Miguel Sobrino González. Huellas de procedimientos constructivos en el claustro de San Jerónimo el Real 901

Rabasa Díaz, Enrique. Construcción de una bóveda de crucería en el Centro de los Oficios de León 909

Rabasco Pozuelo, Pablo. El nuevo Ctesiphonte. Catenaria invertida en la década de los cincuenta 919

Ramis, Miquel. La pervivencia de los modelos romanos en la arquitectura popular mallorquina 931

Redondo Martínez, Esther. Las condiciones para la construcción de la iglesia parroquial de Vegas de Matute (Segovia) 943

Rodríguez García, Ana. Los nuevos materiales impulsores de la arquitectura moderna. El hormigón armado en la obra de H.P. Berlage 953

Rodríguez Sánchez, Antonio. Los estudios sobre la coordinación dimensional del ladrillo y su aplicación en los aparejos de las fachadas de fábrica vista de Madrid durante la primera mitad del siglo XX 965

Rodríguez-Vellando Fernández-Carvajal, Pablo; Julia Alvarez, Isabel Martínez y Cristina Vázquez. La influencia de las matemáticas en la evolución de los tipos estructurales 977

Romero Bejerano, Manuel. Las murallas de Jerez en 1510. De ruinas, fraudes y reparaciones 987

Ruiz Gutiérrez, Ana. Las técnicas constructivas en Manila a partir de los terremotos de 1863 y 1880 993

Ruiz de la Rosa, José Antonio. Fuentes para el estudio de la geometría fabrorum. Análisis de documentos 1001

Segura Graíño, Cristina. A modo de inventario de fuentes documentales de la Edad Media para la Historia de la Construcción 1009

Sobrino González, Miguel. El cimborrio. Invención y evolución de un elemento funcional 1017

Suárez Medina, Francisco Javier. Evolución histórica de la morfología urbana y la tipología constructiva edificatoria en el altiplano granadino 1029

Valeriani-Becchi, Simona. Monaci, dardi e colonnelli. Genesi e caratteristiche delle capriate italiane 1039

Vela Cossío, Fernando. Materiales, técnicas y sistemas de construcción en la arquitectura celtibérica de la primera Edad del Hierro 1051

Vela Martins, Natalia. La Gran Vía madrileña: la evolución de tipologías en estructura metálica a lo largo del siglo XX 1065

Villa García, Luis Miguel. Los paraguas de hormigón armado del Principado de Asturias 1077

Villalobos Gómez, Aurora. Una aproximación al sistema de apeos de Adolfo Fernández Casanova para la Catedral de Sevilla 1091

Villanueva, Luis de. Bóvedas de madera 1103

Villanueva, Luis de; Susana Mora Alonso-Muñoyerro y David Sanz. La construcción medieval y renacentista en las puertas del conjunto amurallado de Moya (Cuenca). Materiales históricos y técnicas constructivas 1115

Wulff Barreiro, Federico. La carpintería de armar Hispano-Musulmana 1123

Zamora Canellada, Alonso y Fernando Vela Cossío. Paramentos de fortificaciones en la Segovia prerrománica (siglos VII al XI) 1137

Lecreulx 1774. Una memoria inédita sobre el colapso de estribos

Santiago Huerta

El presente estudio se refiere a la primera memoria sobre el colapso de estribos de fábrica, escrita por el ingeniero francés François Michel Lecreulx (1729B1812). La memoria, manuscrita, se conserva en la biblioteca de l'École des Ponts et Chaussées (Ms. 233, Tome 21), donde aparece fechada en 1774, y ha permanecido inédita. Lecreulx la escribe como resultado de los ensayos realizados durante el proyecto del puente de Fouchard. Este puente fue proyectado por Lecreulx en 1772, bajo la dirección de Jean de Voglie, discípulo de Perronet. Presenta tres arco iguales de 26 m (80 pies), rebajados a un décimo de la luz. Las pilas son de sección variable, presentando un espesor de 4,87 m en la base y 4,22 m a la altura de los arranques; la relación entre el espesor de la pila y la luz es, pues, aproximadamente de 1/6. Son esbeltas, pero se ajustan todavía al intervalo fijado por Alberti (Huerta 2004). Los estribos tienes 13,44 m (42 pies), es decir, algo más de la mitad de la luz.

La característica más novedosa del puente está en el rebajamiento de sus arcos: nunca antes se habían proyectado unos arcos tan rebajados. Como era bien sabido, los arcos rebajados empujaban mucho más que los habituales de medio punto y la memoria de Lecreulx está destinada a investigar las consecuencias de este mayor empuje en el proyecto de los estribos en los extremos del puente. La memoria tiene gran interés para la historia de la teoría de arcos, pues es la primera (y única por lo que sabemos) que se ocupa específicamente del cálculo de los estribos de fábrica. Se ha reproducido íntegramente en un apéndice al final del presente artículo. Antes de pasar a estudiar su contenido, es preciso un breve resumen histórico de la teoría de arcos y estribos en el siglo XVIII.

El cálculo de arcos y estribos en el siglo XVIII

La teoría científica de arcos y bóvedas de fábrica nace a finales del siglo XVII y se desarrolla, principalmente, durante el siglo XVIII. Existía desde mucho antes una teoría tradicional, basada en la observación y en un entendimiento de la esencia geométrica del proyecto de las fábricas.) Un arco, una vez descimbrado, empuja contra sus estribos y deben cumplirse dos condiciones: 1) el arco debe ser estable en sí mismo; 2) el estribo debe poder resistir el empuje del arco. La primera condición es relativamente fácil de cumplir: basta con asignar un espesor adecuado al arco, por ejemplo, una cierta fracción de la luz. Disponiendo adecuadamente los rellenos del arco puede, además, aumentarse sustancialmente su estabilidad. Hay información documental sobre el empleo de este tipo de reglas, al menos desde la Edad Media (Huerta 2004) .

El problema de hallar el estribo para cualquier forma de arco es más complejo. Además, el fallo del arco o bóveda puede preverse observando los movimientos durante el descimbramiento. Éste nunca se

hacía de una manera brusca: primero se bajaban ligeramente las cimbras, quizá en varias etapas (Alberti 1582). Un arco o bóveda inestable se movería y agrietaría de forma alarmante durante este proceso. De cualquier forma, una vez descimbrado, el sistema de contrarresto da seguridad a toda la obra y un fallo de los estribos conduce siempre a un fallo catastrófico. Para el proyecto de estribos también existían desde la antigüedad reglas de proporción.

La teoría científica trata de validar mediante las leyes de la estática y de la resistencia de materiales las proporciones de un determinado proyecto. En particular, si se imagina la estructura dividida en «arco» y «estribo», basta con conocer el empuje del primero para calcular el segundo. Así, la teoría de arcos ha ido encaminada, desde un principio, al cálculo de sus empujes. Conocidos éstos, el problema de la estabilidad de los estribos es «isostático», es decir, es posible calcular solamente con las leyes de la estática, el esfuerzo resultante en cualquier sección considerada. Este esfuerzo, para un material como la fábrica que no resiste tracciones, debe estar contenido dentro de la sección. El problema se simplifica todavía más si se considera el estribo monolítico, pues en este caso sólo se considera la situación del esfuerzo en la base.

En el siglo XVIII la teoría dominante es la enunciada por La Hire (1712). La Hire calcula el empuje del arco considerando la existencia de una junta de rotura entre los arranques y la clave, por la que necesariamente debe pasar el empuje; impone, además, la condición, «obvia», de que dicho empuje debe ser tangente al intradós en la junta de rotura (Heyman 2004). Para arcos simétricos, se consiguen de esta manera las tres condiciones que permiten calcular el empuje del arco. La Hire dejó indeterminada la posición de la junta de rotura. Bélidor (1729) la sitúa en la mitad del intradós y desplaza el empuje al centro de la sección. Más tarde, Perronet, haca 1750, (Perronet y Chezy 1810) matiza la aplicación para el caso de arcos carpaneles de tres centros: la junta se produce en el punto de cambio de curvatura, en los arcos carpaneles de tres centros, y en el arranque en los arcos escarzanos. El empuje se sigue suponiendo tangente al intradós.

La teoría de La Hire es incorrecta y el empuje obtenido es superior al que se produciría durante el colapso. Esto conducía a un sobredimensionamiento de los estribos que, calculados para la situación de vuelco, presentaban en realidad un coeficiente geométrico de seguridad adecuado (esto se verá más adelante en relación con los ensayos de Lecreulx). Esto es, las proporciones obtenidas por el cálculo se parecían a las establecidas por las reglas del cálculo tradicional. Así, calcular científicamente tipos estructurales habituales no suponía ningún riesgo: si el resultado no concordaba con lo esperado, simplemente se realizaba un nuevo cálculo o se adoptaban los valores usuales. Los arquitectos e ingenieros estaban más interesados en obtener resultados seguros que en la pureza científica de sus teorías.

El problema surge cuando aparecen nuevos tipos estructurales, sobre los que no hay experiencia previa. Este es el caso de los puentes en arco rebajado que se empiezan a construir en Francia en la segunda mitad del siglo XVIII, principalmente siguiendo el enfoque de proyecto de Perronet. A principios del siglo XVIII los puentes se rebajaban, como mucho, al tercio (flecha = 1/3 de la luz). Perronet propuso reducir la flecha hasta llegar en torno al 1/10 de la luz. Los arcos rebajados son más estables y el problema se encuentra en los estribos. Por ejemplo, un ligero cedimiento de los estribos conducía, para este tipo de arcos, a descensos muy notables de la clave y Perronet dedicó una memoria a estudiar estos efectos. Otros ingenieros franceses estudiaron también este fenómeno, recogiendo minuciosamente sus observaciones en sus cuadernos de obra. En ocasiones, se llegó a producir el hundimiento del puente y Bruyére (1823) recoge uno de estos casos.

Había otro fenómeno que podía producirse: la fractura del propio estribo. En efecto, se podía haber calculado el estribo monolítico de acuerdo con la teoría de La Hire y, sin embargo, podía producirse el fallo por fractura del estribo. La memoria de Lecreulx es el primer estudio sobre este tipo de efectos. El estribo fracturado presentaba una resistencia mucho menor produciéndose el hundimiento. El estribo puede romperse de dos maneras: 1) por vuelco; el estribo al intentar girar alrededor de la arista exterior no puede movilizar toda su masa y una cuña queda en el suelo, produciéndose una superficie de fractura. 2) por deslizamiento; el empuje muy inclinado del arco produce el fallo por deslizamiento de la cabeza del estribo.

La primera forma de fractura se produce en estribos esbeltos y esta posibilidad ya fue observada por Gauthey. Este efecto puede reducir la resistencia del estribo en un 30–40%, y fue estudiado, sin llegar a

una solución correcta, por ejemplo por Navier. El ingeniero español Monasterio (ca. 1800), fue el primero en tratar de incorporar este fenómeno al estudio del sistema arco-estribo (Huerta y Foce 2003). La forma de la superficie de fractura ha sido descubierta recientemente (Ochsendorf, Hernando y Huerta 2003; Huerta 2004).

En el caso de los puentes rebajados de fábrica, los estribos no son esbeltos y prima el segundo modo de colapso. Por supuesto, el fenómeno era conocido por los constructores de épocas anteriores y se impedía el fallo por deslizamiento, bien disponiendo granes masas de fábrica bien trabado, bien inclinando los lechos de la fábrica. Esta últimas solución es la más adecuada.

Los ensayos de Lecreulx

La teoría de La Hire no podía prever la fractura del estribo. Cuando la teoría resulta insuficiente se suele recurrir a la «experiencia». Para los ingenieros franceses del siglo XVIII el término «expérience» se refería tanto a la observación de construcciones existentes como a la realización de ensayos. En general, la observación de casos reales pareció bastar y Perronet fue capaz de dimensionar los estribos de sus puentes para que no fallaran. No obstante, Lecreulx ideó una serie de ensayos para justificar las medidas prácticas y, también, para intentar mejorar el proyecto del os estribos. Como se ha dicho, la memoria está in´dita y hasta el momento ha pasado desapercebida; sólo hemos encontrado una cita escueta en el libro de Marrey (1990).

La memoria tiene el título «Sobre la naturaleza del empuje de las bóvedas formadas por un sólo arco de círculo, contra sus estribos, con experiencias sobre los efectos que se producen». En el original consultado no aparecen dibujos. No obstante, hay otros manuscritos en la Biblioteca de Ponts et Chaussées sobre el puente de Fouchard, que no hemos consultado; puede que en alguno de ellos se encuentren los dibujos originales. La memoria sin dibujos resulta imposible de entender. Recientemente descubrimos que los dibujos habían sido publicados, sin comentario alguno, en el libro de Bruyére de 1823. Este descubrimiento casual nos ha permitido realizar el presente estudio. La figura 1 reproduce la lámina de este libro dedicada al puente de Fouchard. Los ensayos se han reproducido a mayor tamaño, para poder apreciar los detalles, en la figura 2, en la que, además, se han ordenado según las «experiencias» realizadas.

Toda la memoria está dedicada a discutir los resultados de los ensayos sobre un modelo a escala. Lecreulx el modelo en piedra de tufa, más fácil de tallar y más homogénea, sobre todo para piezas pequeñas, que la de Champigny, elegida para el puente: «on a choisi cette pierre pour le modele de préference à celle de Champigny, tant parce qu'elle est plus facille à tailler, que parce qu'elle est plus homogene, surtout en petit volume». La piedra de tufa es más ligera, pero como se trata de establecer relaciones, afirma que el tipo de piedra es indiferente: «il n'est question que d'établir des rapports, on pourra également les appliquer ensuite à toute nature de pierre». La escala del modelo es de 14 líneas a una toesa, es decir, 14:864 ó, aproximadamente, 1:62. Por tanto, la luz de los arcos de los modelos es de unos 42 cm. Los arcos están montados sobre unas cimbras que pueden subirse o bajarse a voluntad. Como están divididos en tres dovelas. Al ceder los estribos, la grieta que debiera aparecer en la clave del trasdós, se produce de forma simétrica en las juntas de la dovela central. Esto reduce ligeramente el empuje respecto al real. La bóveda del modelo pesa, en su conjunto, 4 libras y 6 onzas (2,142 kg).

Primera experiencia

La bóveda apoya sobre dos estribos que tienen, a la izquierda, 18 pies 6 onzas y, a la derecha, 24 pies, al nivel de los arranques (Lecreulx da las medidas en la escala real), figura 2.1. Los estribos son monolíticos. Al descimbrar la bóveda se sostiene, pero basta añadir 4 onzas (120 g) de peso, 1/20 del peso de la bóveda, para que falle el estribo izquierdo. Efectivamente, como puede verse en la figura 3 (a), las proporciones del estribo son las de colapso, bajo el empuje mínimo de la bóveda. Lecreulx no disponía de la teoría para calcular este empuje (la noción fue introducida en Francia por Méry en 1840) y debió llegar a esta proporción mediante tanteos sucesivos.

Resulta interesante constatar que el espesor de 24 pies corresponde al que se obtendría aplicando la teoría de La Hire, figura 3 (b). El empuje de la bóveda, tangente al intradós en los arranques, produce un momento de vuelco resultado de multiplicar su mag-

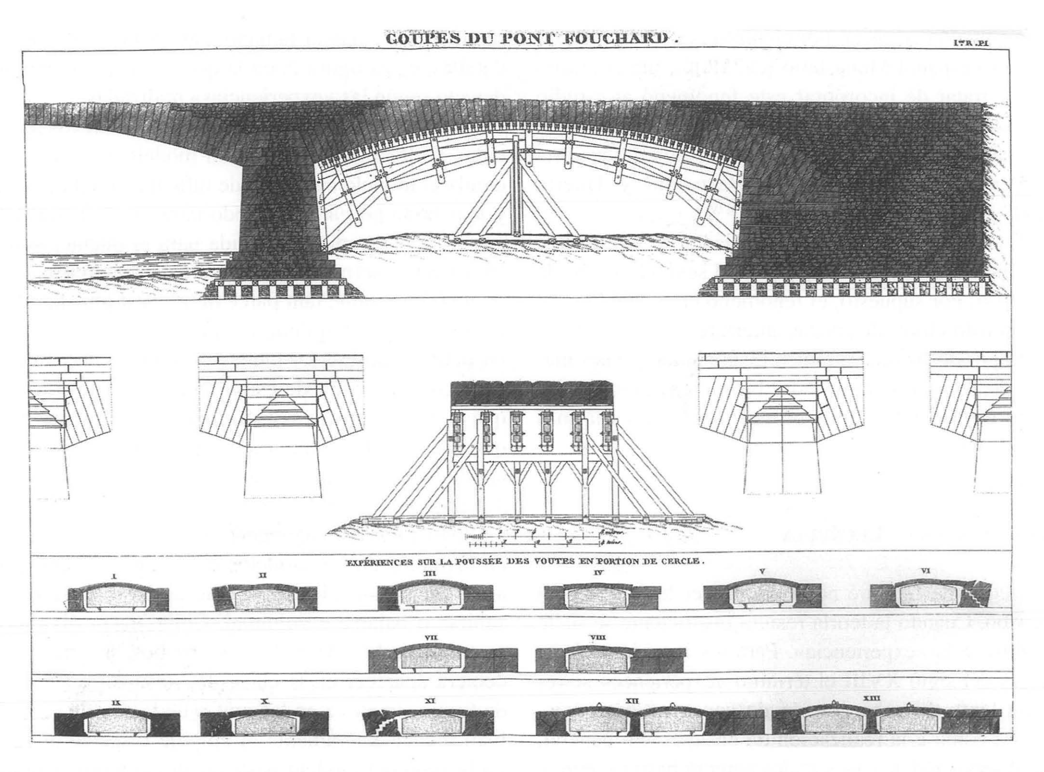


Figura 1
Lámina del tratado de Bruyére (1823) dedicada al puente de Fouchard. En la parte inferior se reproducen los ensayos de Lecreulx, que se han reproducido en grande en la figura 4.

nitud por el brazo de palanca; éste debe ser equilibrado por el momento de estabilidad suministrado por el peso. Por supuesto, el espesor de colapso corresponde al mínimo empuje de la bóveda, esto es, a la posición más peraltada de la línea de empujes. Como puede verse al compara las figuras 3 (a) y 3 (b), la posición de la línea de empujes varía notablemente y el empuje de «La Hire» es un 65% mayor que el real de colapso. El estribo resultante se recrece en un 33% respecto al de colapso. La teoría de La Hire era incorrecta, pero conducía a un proyecto seguro.

A continuación Lecreulx realiza ensayos para ver qué carga puntual en la clave podrían resistir unos estribos estables: un estribo de 21 pies 6 pulgadas, si se le impide deslizar, soportaría una carga en la clave de 19 onzas (580 g); el estribo (de La Hire) de 24 pies, soportaría un carga de 1 libra 8 onzas (734 g), hasta su fallo por deslizamiento en la base.

Inmediatamente, advierte que estas experiencias se han hecho para estribos monolíticos, lo que contradice la realidad («ce qui est contraire à l'état des choses»), pues deben ser considerados formados por hiladas horizontales de fábrica. Reconoce que estas hiladas estarán recibidas por un buen mortero, pero como los morteros pueden tardar en fraguar años, no se debe contar con su cohesión después del descimbramiento, cuando dice (erróneamente) que se produce el empuje más grande de las bóvedas («le moment qui suit le décintrement, en étant toujours celui de la plus grande poussée des voûtes»). También señala que, una vez producido el fraguado las bóvedas formarán un sólido con los estribos y el empuje desaparecerá: «lorsque le mortier aura acquis la dureté de la pierre, une voûte en plein cintre pourroit être considerée comme formée d'un seul morceau, et sa poussée reduite à rien».[1] Pero se trata de indagar, precisamente, el empuje las bóvedas en el momento más desfavorable.

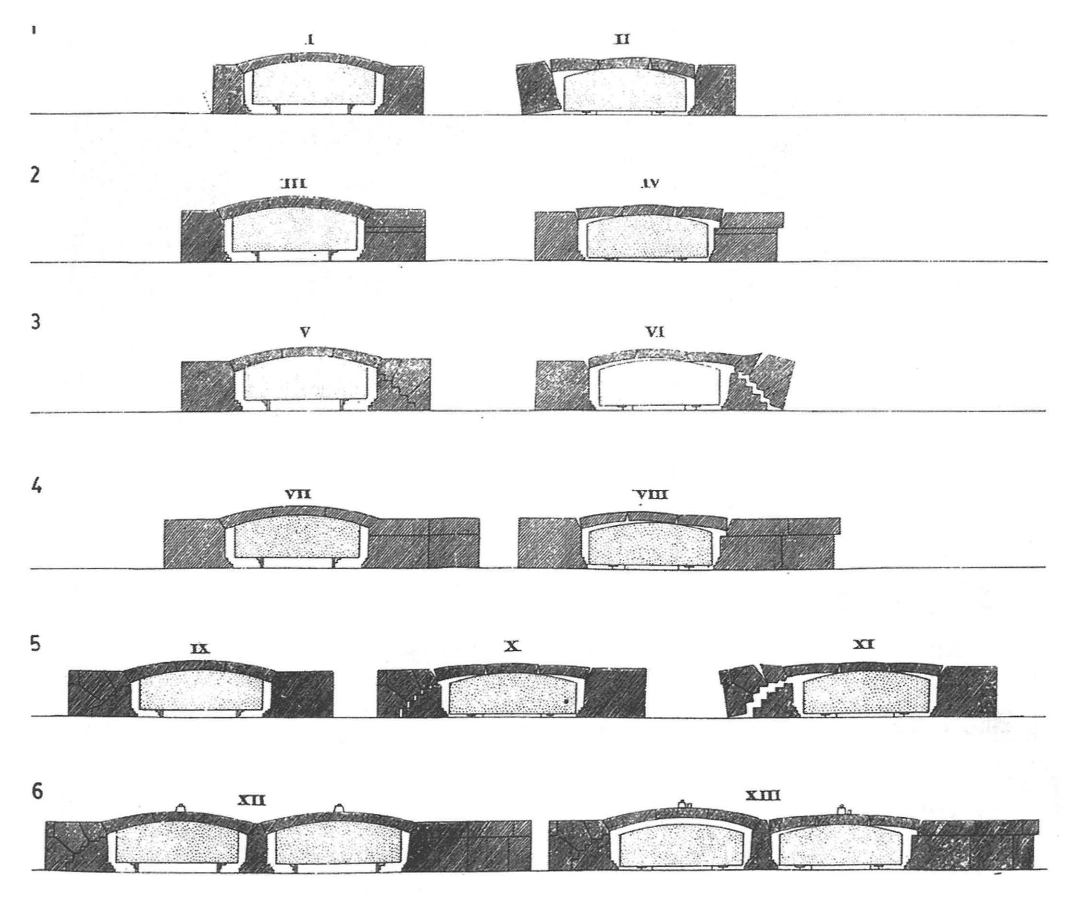


Figura 2
Ensayos de Lecreulx sobre la resistencia de los estribos. Lecreulx realizó seis experiencias, y los dibujos de la lámina de Bruyére se han reordenado de esta manera.

Segunda experiencia

La bóveda apoya en el lado izquierdo sobre el estribo de La Hire de 24 pies y, en el otro, sobre un estribo de 36 pies, compuesto de tres trozos, como puede verse en la figura 2.2. Tras el descimbramiento falla el estribo de 36 pies, por deslizamiento del trozo superior. En la figura 2 (c) se ha realizado un análisis y, como puede verse, en el plano superior el empuje forma un ángulo de 33°, del mismo orden que el ángulo de rozamiento típico entre piedras. Si las piedras están pulidas, como debió ser en este caso al dar forma a las pequeñas piezas del modelo, el ángulo de rozamiento puede ser inferior a 30°, lo que explicaría el colapso.

Tercera experiencia

En la tercera experiencia la bóveda apoya en un lado sobre un estribo monolítico de 32 pies y, en el otro, sobre un estribo también de 32 pies, dividido en 4 trozos, de los que, dice, 3 son «en coupe», esto es, presentan juntas más o menos radiales. Tras el descimbramiento, la bóveda se sostiene y hace falta añadir en la clave 10 onzas (305 g), 1/8 del peso de la bóveda, para que se produzca el colapso como aparece en la figura 2.3.

Es obvio que la forma de colapso viene determinada por los cortes de división del estribo. ¿A qué obedecen estos cortes? Con seguridad, Lecreulx imita o

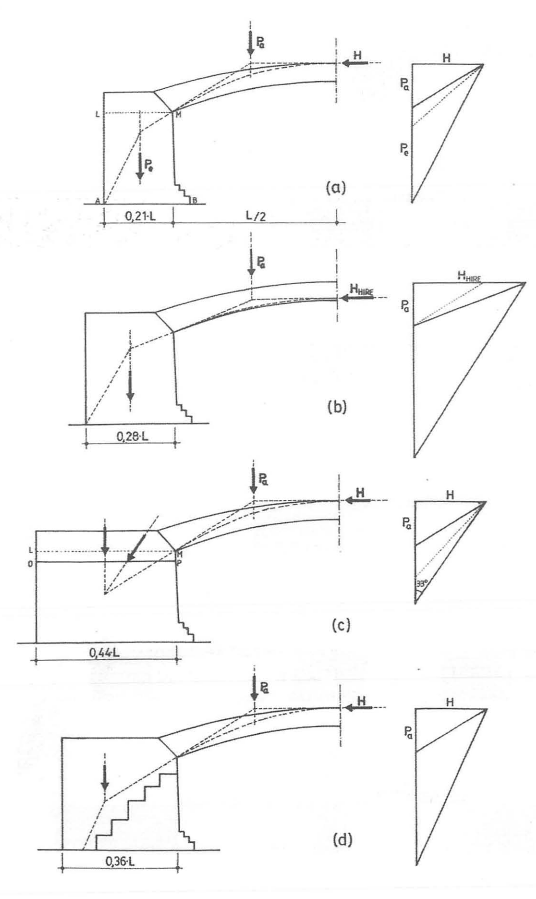


Figura 3
Análisis de estabilidad de algunos ensayos de Lecreulx: (a) Estribo de colapso monolítico (exp. 1); (b) Estribo calculado para el empuje de La Hire (exp. 1); (c) Estribo calculado para el colapso por deslizamiento (exp. 2); (d) Estribo formado por piezas «en coupe», que imita la fractura por vuelco (exp. 3).

reproduce algún tipo de observaciones que no cita. De hecho, la figura se basa en el primer modo de fractura del estribo, citado más arriba. Al volcar el estribo, no siendo un monolito, se rompe y una cuña de fábrica queda en tierra. La primera observación sobre este modo de fractura aparece citada en Gauthey (1809): «La chûte d'un pont ne porrait guére arriver sans qu'il ne se fît quelques disjonctions dans ses culées». Se trataba de un hecho que debía ser

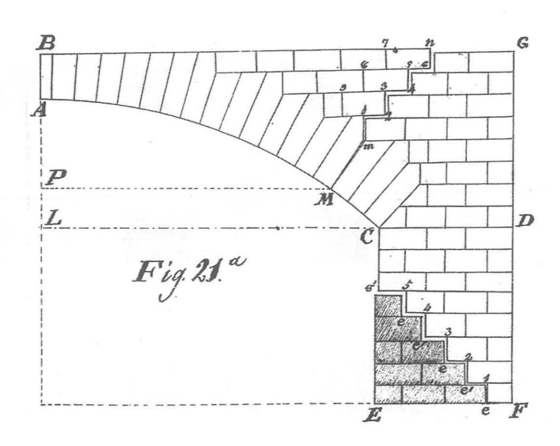


Figura 4
Fractura de un estribo en el colapso. Dibujo de Joaquín Monasterio, ca. 1800.

bien conocido por los ingenieros franceses de las segunda mitad del XVIII. El primero en reconocer la importancia teórica de este fenómeno fue el ingeniero español Joaquín Monasterio hacia 1800 (Huerta y Foce 2003), y en la figura 4 puede verse el modo de fallo por fractura del estribo. En este caso, la junta de rotura viene determinada por la forma de los bloques. Si éstos tienen una proporción de 1:2 la grieta se formaría, según Monasterio, a 45°.

Si se conoce la inclinación de la superficie de fractura, resulta muy sencillo, conocido el empuje, calcular el espesor del estribo. Para una inclinación de 45°, que es la supuesta por Lecreulx y Monasterio, el estribo colapsaría para un espesor 21 pies, que supone una reducción del 38% del espesor del estribo de ensayo, figura 5 (a). La forma e inclinación de la fractura, puede calcularse para un estribo homogéneo de fábrica que no resiste tracciones: la fractura se demuestra recta y, con este dato, es posible calcular la inclinación y el espesor de colapso (Ochsendorf, Hernando y Huerta 2003). En esta situación, para la bóveda en cuestión, la fractura se forma a 35° y el espesor de colapso es de 19,2 pies, figura 5 (b).

Cuarta experiencia

Es análoga a la segunda. En esta ocasión, Lecreulx parece interesado en averiguar cuál debe ser el espe-

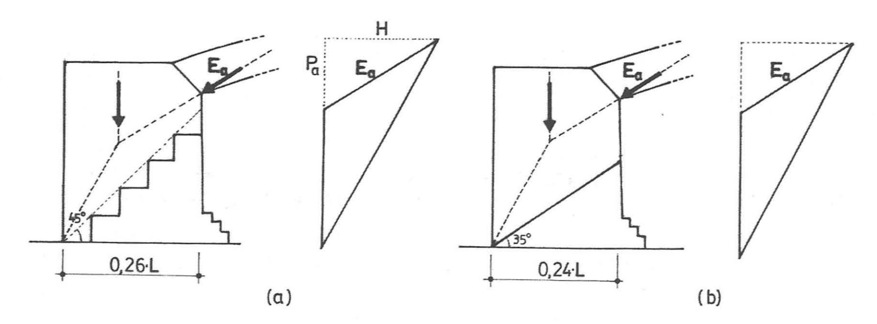


Figura 5
Cálculo del espesor límite de un estribo de fábrica con posibilidad de fractura por vuelco. (a) Suponiendo la grieta a 45°; (b) situación exacta suponiendo la deformación plana de las juntas.

sor del estribo para que no se produzca el deslizamiento en cabeza. Para un estribo de 65 pies compuesto de cuatro trozos, figura 2.4, según cuenta, el estribo está a punto de deslizar, pues basta añadir sólo de 4 á 9 onzas para que falle por deslizamiento. Esto conduce a un ángulo de rozamiento entre las piezas de 24°. Este estribo tiene una proporción, desde luego, inusual, pues su espesor es del 80% de la luz. Lecreulx no hace ningún comentario al respecto, pero, desde luego, el resultado de este ensayo debió resultar preocupante y explica el interés en la solución «en coupe».

Quinta experiencia

Los estribos son de 36 pies y el derecho, está dividido en 5 trozos, 3 de ellos «en coupe». Tras el descimbramiento las bóveda se sostiene. Se añade peso en la clave; al llegar a 14 onzas, 1/5 del peso de la bóveda, se produce el fallo, esta vez por deslizamiento de las piezas superiores. Lecreulx atribuye este fenómeno debido al poco rozamiento entre las piedras y la base de madera. Dispone un punto fijo para impedir el deslizamiento, pero no el vuelco, y, en esta situación, la carga en la clave alcanza las 3 libras 6 onzas, 3/4 del peso de la bóveda.

Sexta experiencia

En la sexta y última experiencia Lecreulx dispone dos bóvedas, con una pila central con la misma proporción que la especificada en el proyecto (ver más arriba). En el lado izquierdo el estribo es 36 pies «en coupe», como en la experiencia anterior; en el lado derecho, el estribo tiene 72 pies y está compuesto de seis trozos. El plano de fallo es el mismo que en las

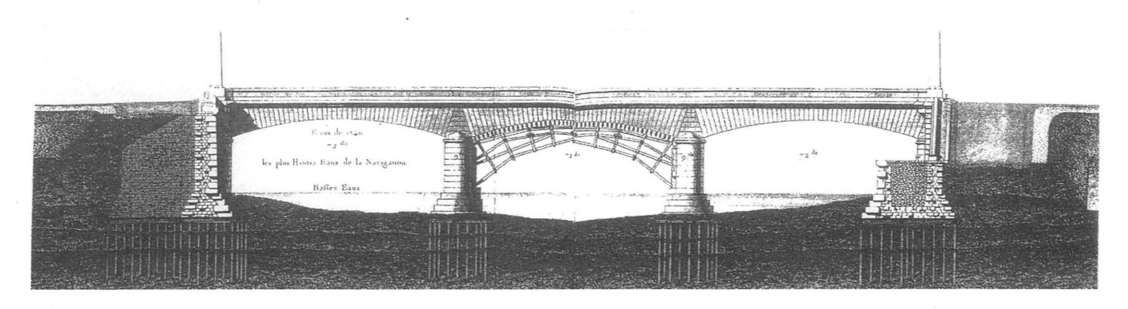


Figura 6
Sección constructiva del puente de Sainte Maxence. (Perronet 1788)

experiencias 2 y 4. Al descimbra las bóvedas se sostienen. Añade, ahora, peso en las claves de ambas bóvedas, pudiendo alcanzar las 6 onzas en cada una. Para 7 onzas se produce el fallo por deslizamiento. Este resultado debió resultar, de nuevo, muy preocupante. Aunque el estribo es considerablemente mayor que el de la experiencia 4, el colapso se produce prácticamente para la misma carga. Además, como señala justamente Lecreulx, el hundimiento de la bóveda derecha acarrearía el colapso de la bóveda izquierda, pues la pila, ahora sin el empuje de la bóveda, colapsaría.

La conclusión está clara: un estribo de 36 pies con sus piezas «en coupe» resiste mucho más (en una proporción de 1 á 9, si se mide por la capacidad de carga en la clave) que un estribo de 72 pies con las juntas horizontales.

Conclusión

Lecreulx, a la vista de los resultados de sus experiencias, introduce una modificación en las disposición habitual de juntas horizontales para mejorar la situación respecto al deslizamiento. Prolonga la bóveda dentro del estribo hasta alcanzar, aproximadamente, la mitad de su altura (véase el detalle del estribo en la figura 1). De esta manera, dice, al actuar el arco a la altura del centro de gravedad, se moviliza la práctica totalidad del peso del estribo, que no puede deslizar. De hecho, el peso que impide el deslizamiento es sólo el que está por encima del arranque interior de la bóveda, esto es, algo más de la mitad del peso total del estribo. En esta situación, un coeficiente de rozamiento de 0,40, equivalente a un ángulo de rozamiento de 22°, bastaría para dar seguridad al estribo. El valor es suficientemente bajo como para que la fábrica lo pueda alcanzar, incluso justo después del descimbramiento, con los morteros todavía sin fraguar.

En realidad, el rozamiento entre dos hiladas de una mampostería en seco o con mortero sin fraguar, debe ser bastante superior al de contacto entre dos superficies pulidas de la misma piedra, si bien no tengo noticia de que se hayan hecho nunca ensayos de este tipo. Si esto fuera cierto, explicaría la ausencia de colapsos catastróficos en la construcción de este tipo de puentes muy rebajados cuyos estribos, al parecer, se construyeron por hiladas horizontales, como aparece en el detalle del estribo del puente de Sainte Maxence de Perronet (1788), figura 6, que presenta exactamente la misma relación estribo-luz que el puente de Fouchard.

Apéndice

Mémoire sur la nature de la pousséee des voutes, formées d'un seul arc de cercle, contre les culees, contenant des experiences sur les éffêts qui en resultent

Il est évident que dans les voûtes dont il s'agit, chacune des piles etant également préssée de part et d'autre, et restant en equilibre entre ces deux presions n'éprouvent aucune poussée mais leurs fonctions se reduisent à supporter chacune le poids de deux demi-voutes; cést pour quoi, lorsque la pierre est de bonne qualité, leur épaisseur est beaucoup plus que suffisante pour porter le poids des voutes. Dans le pont que l'on construit où les arches ont chacune 80 pieds, et les piles 12 pieds au dessus des retraites, reduites à 9 pieds 4 pouces à la naissance, on est convaincu qu'avec la qualité de la pierre de Champigny, dont on se sert, qui pese environt 180^{L} le pied cube, les piles sont en état de supporter des arches plus de trois fois plus grandes surtout avec l'attention de ne pas faire les joints des lits excessivement petits, et de les laisser ouverts, pour ne point laisser pincer les arrêtes; de sorte que les précautions doivent se borner à bien assurer les fondations, pour que l'assiette soit inébranlable et à l'abri des affouillemens; c'est pour quoi, après s'être bien assuré de la nature et qualité du terrein, et s'être établi sur un pilottage bien battu au refus, l'on a observé au dessus des eaux trois larges retraites, d'un pied chacune.

La poussée des voûtes agisant principalement sur les culées, on a cru de la derniere importance de réflechir sur les éffets qui en peuvent resulter; et quoique le théorie les fasse aisement prévoir, comme elle est souvent appuyée sur des hypotheses qui ne sont pas toujours conformes à la nature, l'on a crû qu'il etoit important de s'assurer des résultats par de nouvelles experiences que l'on a tenté et que d'autres pourront perfectionner.

Pour y parvenir on a fait un modele du Pont Fouchard sur une échelle de 14 lignes par toise, exactement conforme aux dimensions du project: on a retranché les ornemens des têtes du pont a fin de rendre les éffêts plus uniformes; de sorte que l'élévation resemble à une coupe du dit pont, prise sur la longeur, à la quelle on a donné, suivant l'echelle, une épaisseur égale de 19 pieds 26 pouces: Ce modele est fait en pierre tendre de Tuffeau autrement dit Bourré: on a choisi cette pierre pour le modele de préference à celle de Champigny, tant parce qu'elle est plus facille à tailler, que parce qu'elle est plus homogene, surtout en petit volume; et comme il n'est question que d'établir des rapports, on pourra également les appliquer ensuite à toute nature de pierre.

Nota. Il est facile de reconnoitre que les voûtes dont est question agissent differemment sur les culées, suivant que la portion d'arc de cercle contient un plus grand ou un moindre nombre de dégrès. Dans le cas dont il s'agit ici, les voûtes sont décrites à l'intrados par un rayon de 108 pieds, comprenant un arc de 44 degrés 42 minutes; ce qui donne à la corde mesurée à la naissance 82 pieds 1 pouce 6 lignes, en égard au talud des pie-droits des piles et culées; par ce moyen la montée de l'arc se trouve de 8 pieds, 1 pouce, 4 lignes; et le developpement du dit arc 84 pieds, 3 pouces, 9 lignes, 10 points, suivant le calcul.

Pour faire les experiences cy après, les voutes sont posées sur des cintres que l'on leve ou que l'on baisse à volonté, et de façon à causer aux voûtes le moins de mouvement qu'il est possible, cy décintrant. Les figures sont faites sur une échelle qui est le tiers de celle du modele.

Prémiere Experience

On suppose une voûte des dimensions susdites, soutenue, d'une part par une culée de 24 pieds d'epaisseur au dessus des retraites; et de l'autre par une autre culée de 18 pieds, 6 pouces d'epaisseur au dessus des mêmes retraites, posée sur des cintres, qui sont disposés pour s'abaisser ou se relever à volonté; toutes les parties de la voûte dans le modele pesoient ensemble 4 livres 6 onces. On suppose aussi les culées faites d'une seule piece et homogenes.

EFFETS: Lors qu'on abaisse les cintres la voute se soutient: la culée de 18 pieds, 6 pouces d'épaisseur au dessus des retraites suffit pour l'équilibre mais 3 ou 4 onces de charge sur son milieu; c'est à dire environ la 20e partie de son poids, la font écrouler; et elle prend, en écroutant la figure que l'on voit. On a éprouvé qu'une culée d'un pied moins épaisse ne pouvoit soutenir l'équilibre.

On voit, en observant l'effet, que l'éffort de la voûte se partageant sur les deux culées, la portion de voûte qui agit contre la culée AEB, la pousse dans la direction EB, que le mouvement se faissant a lors au tour du point A, l'effort de la voûte a pour bras le levier AD determiné par la distance de la direction du centre de gravité de la culée, au point d'appuy A. La quelle hypothése a été employée, par divers auteurs, pour base de la théorie, et des calculs qu'ils ont donnés; mais il faut, pour ce cas que la culée puisse être supposée d'une seule piece sans des unions et l'on verra par la suite que les éffêts sont fort differents quand les culées sont composées d'une grande quantité de parties.

Si l'on avoit donné 21 pieds, 6 pouces d'epaisseur au dessus des retraites à la culée la plus foible, toujours supposée d'une seule pièce; et si on l'empêchoit de gliser sur la platte-forme, a lors la voûte pourroit porter sur sonmilieu 19 onces, avant de renverser; mais elle a de la peine à resister à la poussée, sans glisser sur la platte-forme; de sorte que l'éffort de la voûte agit dans ce cas, plus fortement pour faire glisser cette culée, que pour la renverser. Si la même culée avoit 24 pieds d'épaisseur, la voûte porteroit, avant d'écrouler 1 Livre 8 onces, et alors la culée ne renverseroit pas; mais glisseroit sur la platte-forme.

Nous avons supposé dans l'experience précedente que les culées etoient faites d'un seul morceau, ce qui est contraire à l'état des choses: on doit les regarder au contraire, comme composées d'assises horizontales. Il est bien vray que les assises etant scellées avec mortier, elles ont entr'elles une adhésion qui augmente par laps de tems; mais les mortiers sont longs à secher dans l'interieur des grosses mâçonneries, et quoique la consistance du bon mortier augmente jusqu'à devenir plus dure que la pierre; il faut des siécles pour qu'ils acquierent cette duretė. Tout le monde sait aujourd'huy que c'est le tems qui a donné de la réputation au mortier des anciens Romains qui n'employient pas d'autres élemens que nous; C'est pour quoi, si l'on a tant de facilité à démolir les grosses mâçonneries faites avec le meilleur mortier, lors qu'elles n'ont que deux ou trois ans; s'il est vray, comme on l'assure, que l'on trouve encore alors dans le milieu des grosses masses, des mortiers humides; peut être paroitra-t'il prudent dans le calcul, d'avoir peu d'égard à l'adhésion des mortiers dans la resistance des culées contre la poussée des voûtes: vû, d'ailleurs, qu'il reste une autre consideration qui peut compenser ce que l'on néglige sur l'adhérence des mortiers: c'est que nous avons supposé dans nos experiences, que les culées etoient homogenes avec les voûtes; cependant, on fait le corps entier des voûtes en pierre de taille dure tandis qu'il n'y a que les parements des culées qui soyent pareillement en pierre de taille; le reste devant être fait en fort libag et moëlon qui laisse beaucoup plus de vuide pour le mortier; il est évident que ces derniers especes de mâçonnerie pesent moins que celle en pierre de taille; et dans ce cas, la resistance de la culée se trouveroit au dessous de l'experience, sans l'adhésion des mortiers que l'on a négligé.

On ajoutera encore que le moment qui suit le décintrement, en étant toujours celui de la plus grande poussée des voûtes, son éffet doit diminuer de jour en jour, à mesure que les mortiers prennent de la consistance; de sorte, qu'après des siècles, lorsque le mortier aura acquis la dureté de la pierre, une voûte en plein cintre pourroit être considerée comme formée d'un seul morceau, et sa poussée reduite à rien.

Mais, comme il est question ici, de considerer l'effet de la poussée des arcs de cercle, dans le moment le plus désavantageux on va suivre les éffets des experiences cy après.

Deuxième Experience

La même voûte que desus, posée sur les cintres est appuyée d'une part par une culée de 24 pieds d'épaiseur au dessus des retraites, faite d'un seul morceau; de l'autre part, soutennue par une culée de 36 pieds d'épaisseur de même au dessus des retraites, faite de trois morceaux; savoir, une pièce inferieure, coupée horizontalement, à 12 pieds 6 pouces au dessus des dites rétraittes; ensuite une assise horizontale de deux pieds; et en fin un morceau superieur de dix pieds de hauteur, terminé de même horizontalement, et qui peut équivaloir à 8 à 9 assises contre les quelles la voûte s'appuye.

EFFÉTS: Aussitôt le décintrement, la culée de 24 pieds reste fixe, et la partie superieure de la culée de 36 pieds glisse horizontalement, et la voûte écroule en prenant la forme decrite par la figure.

Nota. Soit que la partie OB soit d'une seule piéce, ou soit composée de plusieurs assises horizontales l'éffét est le même: et lorsque la partie superieure glisse les assises inferieures ne font aucune mouvement.

Troisiême Experience

On suppose la même voûte, posée sur les cintres, appuyée d'une part, par une culée de 32 pieds au dessus des retraites d'un seul morceau, servant de point fixe: Et de l'autre part, par une culée de 32 pieds, composée de 4 piéces, dont 3 sont en coupe.

ÉFFÉTS: Après le décintrement, la culée de plusieurs morceaux resiste ainsi que celle d'une piece; et la voûte se soutient: elle porte 9 onces, sans tomber; c'est à dire, le 8e. de son propre poids; et elle

n'écroule qu'avec 10 onces. La figure 3 fais voir l'éffet, lors de l'écroulement.

Quatriême Experience

La même voûte etant sur les cintres, on suppose d'une part une culée de 36 pieds au dessus des retraites, d'un seul morceau, servant de point fixe: et de l'autre une culée de 65 pieds d'épaisseur mesurés de même au dessus des retraites; mais formée de 4 morceaux, suivant la figure où l'on voit que les deux parties superieures ont alors ensemble 62 pieds 6 pouces de longueur, reduite.

PRÉMIER EFFET: Au moment où l'on commence le décintrement, l'éffort de la voûte pressant le joint ef dans la direction de AO, la pression peut se decomposer dans les deux forces OD et BD; ou la force BD verticale est detruite par le plan superieur: et la force BD, horizontale, située dans la direction du centre de gravité des portions superieures de la culée, tend à les faire glisser: En fin se fait, au prémier moment, un petit mouvement: la cléf baisse un peu, le joint s'oeuvre en f; et la voûte ne presse plus qu'en E; et comme elle a alors moins d'avantage pour continuer à fire glisser les parties superieures, elle s'arrête.

DEUXIEME EFFET: On achêve la décintrement, et la voûte se soutient; mais aussitôt qu'on la charge de 4 à 9 onces, elle écroule conformement à la figure.

Cinquiême Experience

La même voûte posée sur les cintres et appuyée d'une part contre un culée de 36 pieds d'épaisseur au dessus de retraites, d'un seul morceau, servant de point fixe: Et de l'autre par une culée aussi, de 36 pieds; mais formée de 5 morceaux

EFFÉT PRÉMIER: Après le décintrement, la voûte se soutient: on la charge de plusieurs petits poids successivement, et elle porte 14 onces; c'est à dire le cinquiême de son poids: Ensuite la partie de derriere glisse; et la voûte s'écroule, suivant l'effet décrit dans la figure.

Nota. Il faut éviter de faire ces experiences sur des planches nouvellement corroyées et polûs au Rabeau. Il faudroit même, a fin que les circonferences du Frottement fussent femblabes à l'experience cy dessus, où l'on a fait glisser une portion de culée, que dans le cas present la culée glissât sur de la pierre; néanmoins on s'est contente de faire cette cinquième experience, sur une vieille table de niveau; mais dont la surface etoit médiocrement unie.

DEUXIÈME EFFET: On a mis derriere la culée faite de plusieurs piéces, un point fixe capable de l'empêcher de glisser sur la platte forme sans nuire à son renversement: Et après avoir decintré, on a chargé la voûte de plusieurs poids; et elle a porté, avant décrouler 3 livres 6 onces: c'est à dire, une charge de plus de trois quarts de son poids.

Sixiême Experience

On suppose deux voutes semblables à celle cy dessus, separées par une pile, des dimensions sus dites de proyet. Les deux voûtes posées sur les cintres, sont appuyées l'une contre un culée de 72 pieds d'épaisseur, en six morceaux, posés horinzontalement: Et l'autre, contre une culée de 36 pieds composée, comme dans la précedente experience de cinq morceaux; mais en liberté de glisser sur la platte forme.

PRÉMIER ÉFFÉT: On baisse ensemble les cintres des deux voûtes: et elles se soutiennent: ensuite on charge ensemble ces deux voûtes, avec des petits poids égaux: on met d'abord 4 onces sur le milieu de chaque voûte; puis on ajoute deux onces sur chacune; Et les voûtes sont en équilibre et prêtes à écrouler.

DEUXIÈME EFFET: On ajoute une once sur chaque voûte; ce qui fait en total 14 onces sur les deux voûtes: alors la partie superieure de la culée de 72 pieds glisse; et une des voûtes s'écroule: Et la voûte qui repond à la culée en coupe reste en place.

Nota 11. Le poids de la portion glissante etoit d'environ 6 livres: et la moitié de la voûte pesoit 2 livres, 3 onces.

Nota 21. Il est évident que, si les cintres, après l'écroulement n'avoient pas appuyé les morceaux de la voûte écroulée qui butoient encore contre la pile elle n'auroit pû, seule, en soutenir la poussée.

On voit aussi que, dans l'hypothese dont il s'agit une culée de 36 pieds dont les parties sont en coupe; resiste plus qu'une culée de 72 pieds dont les assises sont horizontales, quoiqu'on ait pris le cas la plus désaventageux qui est celui ou la culée de 36 pieds a la liberté de glisser sur la platte forme; néanmoins, on ne peut disconvenir qu'un modele n'ait plus de facilité à glisser sur une table, qu'un culée sur la platte forme, toutes considerations faites et l'on a vû cy dessus qu'en l'empechant de glisser, la culée en coupe portoit la voûte avec une chargue de 54 onces sur son milieu.

On croit devoir prévenir que toutes les experiences cy dessus ont été faites et repetées souvent devant plusieurs personnes, et notamment devant M. De Voglie, M. Le Grand et M.Benoit, éleves; ainsi que plusieurs entrepreneurs des Ponts et Chaussées; et que les resultats ont été les mêmes, ou avec des differences très petites.

On avoit médité, pour completter les observations, dont les cas cy dessus, paroissent susceptibles, d'entre prende dans un ordre déterminé des experiences que l'on auroit suivi pendant quelques années dans un ordre détermine et qui auroient pû par la suite être continuées par quelques autres qui y auroient pris le même interêt.

Pour resumer, on voit par les resultat des experiences cy dessus, que les voûtes faites d'une portion de cercle, ont une action horizontale très considerable contre les culées; et qu'en dêtournant cette action, et en la dirigeant vers la platte forme, on oppose une masse plus considerable a l'action: et l'on augmente, la resistance des culées; et qu'il y auroit aussi à gagner en empechant les assises de glisser.

La culée du Pont Fouchard, à Tours, a trente dix pieds d'épaisseur au dessus des retraites, et avec les contreforts ajoutés par l'avis de M. Perronet, de 42 pieds, et les assises de la voûte doivent être prolongées en coupe dans l'interieur des culées, sur douze pieds de developpment, suivant le dévis; ce qui les fait arriver à peu près au centre de gravité des dites culées; moyenant quoy, l'on se croit suffisamment authorisé à établir, que ces culées resisteront avec toute leurs masse, et seront plus que suffisantes pour soutenir la poussée des voûtes de ce Pont.

Agradecimientos

Agradezco a Antonio de las Casas la obtención de una copia de la memoria original a través del a biblioteca del CEHOPU, cuando él era gerente de dicha institución, y a Rosa Senent la realización de la transcripción diplomática del documento.

Notas

1. Esta última mención recoge uno de los deseos más fervientes de los ingenieros del siglo siguiente: el monolitismo y, como consecuencia, la ausencia de empujes. Por supuesto, se trata de una fantasía y las bóvedas de fábrica se agrietan y empujan. Hubo que esperar al invento del hormigón armado para satisfacer este anhelo centenario. La misma idea aparece en el contexto de las teoría sobre las bóvedas tabicadas (Huerta 2003).

Lista de referencias

Alberti, León Baptista. 1582. *Los Diez Libros de Arquitectura de León Baptista Alberto. Traduzidos de Latín en Romance. [por Francisco Loçano]* Madrid: Casa de Alonso Gómez.

Bruyére, L. 1823. *Etudes relatives à l'art des constructions.* Paris.

Gauthey, E. M. 1809–1813. *Traité de la construction des ponts . . . Publié par M. Navier.* Paris: Firmin Didot.

Heyman, J. 2004. *Análisis de estructuras. Un estudio histórico.* Madrid: Instituto Juan de Herrera. (Trad. de la ed. inglesa: *Structural analysis: a historical approach.* Cambridge: Cambridge University Press, 1998.)

Huerta, S. 2003. The mechanics of timbrel vaults: a historical outline. En *Essays in the History of Mechanics*, editado por Antonio Becchi, Massimo Corradi, Federico Foce y Orietta Pedemonte, 89–133. Basel: Birkhäuser.

Huerta, S. y F. Foce. 2003. Vault theory in Spain between XVIIIth and XIXth century: Monasterio's unpublished manuscript 'Nueva Teórica de las Bóvedas.' En *Proc. of the First International Congress on Construction History (Madrid 20th–24th January 2003)*, editado por Santiago Huerta, 1155–66. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Marrey, B. 1990. *Les ponts modernes: 18e–19e siécles.* Paris : Picard

Méry, E. 1840. Mémoire sur l'equilibre des voûtes en berceau. *Annales des Ponts et Chaussées.* 50–70, láms. 133–134.

Ochsendorf, J. A., J. I. Hernando y S. Huerta. 2003. Análisis a rotura de estribos de fábrica. *Revista de Obras Públicas.* 150: 27–42.

Perronet, J. R. 1777. Mémoire sur la réduction de l'épaisseur des piles et sur la courbure qu'il convient de donner aux voûtes, le tout pour que l'eau puisse passer plus librement sous les ponts. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences.* 853–64.

Perronet, J. R. 1788. *Ses Oeuvres.* Paris: Didot.

Perronet, J. R. y Chezy. 1810. Formule générale pour déterminer l'épaisseur des piles et culées des arches des ponts, soit qu'elles soient en plein cintre ou surbaissées. En *Recueil de divers mémoires . . .*, editado por P. Lesage, 2: 243–273. Paris: Firmin Didot.

Pier Luigi Nervi's Works for the 1960 Rome Olympics

Tullia Iori, Sergio Poretti

Pier Luigi Nervi designed and constructed four structures for the 1960 Rome Olympic games: three sports facilities and a viaduct serving the Athlete's residential quarter, the Villaggio Olimpico. These are considered some of his most famous international works.

- The Palazzetto dello Sport (Small Sports Palace; 1956–57; with Annibale Vitellozzi) in the Flaminio area of Rome is characterized by its sixty-meter diameter dome, which is held up —or better, held down— by 48 radial Y-shaped struts whose divergent upper arms develop the rim «decoration». The externally smooth dome only reveals its large rhomboidal ribbing internally.
- The Palazzo dello Sport (Sports Palace; 1956–59; with Marcello Piacentini) in the EUR area is also dome-shaped, but with a hundred-meter diameter. The internal surface is characterized by minute pleated V-shaped «waves». Externally, the dome is concealed by a high glass cylinder, which only partially reveals the structure of the perimetral stands.
- The Stadio Flaminio (Flaminio Stadium; 1956–59; with Antonio Nervi) is characterized by the numerous moulded frames, upholding the slim ridged canopy covering the grandstand, which vary in width along the oversail and completely flatten out along the rim;
- The Corso Francia Viaduct (1958–60), also in the Flaminio area, is characterized by varying width pillars —the sections change from rectangular to cross-shaped and the transitional surface from one to the other in a hypar surface, formed by straight lines— and by the V-shaped beams, precast and prestressed.

The works erected for the 1960 Olympic games represented a crucial milestone in Pier Luigi Nervi's career. They are the best examples of his experimentation on statics, construction and architecture, and guaranteed his international fame. However, the ob-

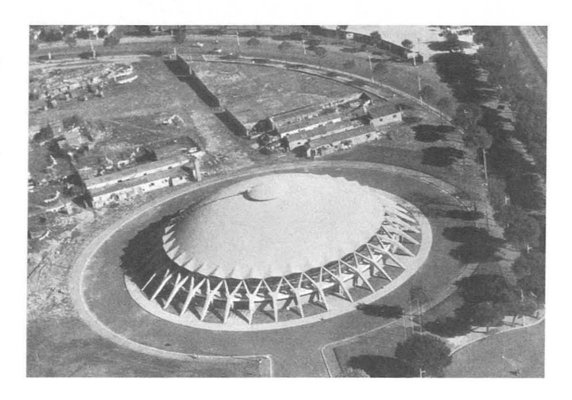


Figure 1
Small Sports Palace, Rome 1956–57. Aerial view. (Fototeca, Roma)

jective of this paper is not to illustrate the architectural or typological features of these works, which are already well known. The true aim is to showcase those features that made Nervi's works clearly unique and understand the reasons, which made his distinctive method of reinforced concrete construction bloom in post-war Italy. Nervi was sixty-nine years old when he completed these four structures. He only took four years (from the end of 1956 to the early months of 1960) to erect them. Moreover, he wasn't solely focused on the projects. Nervi's own construction company, the Soc. An. Ingg. Nervi & Bartoli (practically a family-run business) staffed all four building sites. Nonetheless, the works were executed with great speed and all four structures were completed in 12 to 18 months. All of these works clearly display Nervi's imprint and global paternity from the design to the construction. How did he accomplish this? What came to be known as the «Nervi System» was the result of a twenty-year-long intense and complex experimentation on statics and construction aspects. The deserved results are showcased by the four Roman structures.

During the twenty years preceding the Olympics, Nervi had devised a new building material, «ferrocemento», and a unique construction process, structural prefabrication, which allowed him to face the simultaneous construction of four such imposing projects. Therefore, in order to investigate the genesis of the Olympic works, it is necessary to step back in time to the late 1930s.

Figure 2
Small Sports Palace. The dome from the interior (Nervi 1963)

The Invention of *Ferrocemento* and Structural Prefabrication

The stimulus to experiment was brought about by the particular economic situation, Autarchy, which reigned in Italy at the time. Mussolini was preparing for war and wanted Italy to become economically independent from other European countries. Self-sufficiency, however, was particularly complicated due to the dearth of raw materials present on the national territory. The construction industry, therefore, was the first to feel the consequences. Steel was among the materials, normally imported from abroad, which was suddenly rationed. (In any case, steel was reserved for military needs).

Reinforced concrete, which requires steel for the reinforcement, suddenly became an anti-autartic and anti-national construction material. Notwithstanding the fact that reinforced concrete was the most widespreadly used material in both small and large-scale construction work, in 1939 its use was banned.

So what could designers and constructors using reinforced concrete do (and Pier Luigi Nervi was one of the most important figures in both categories)? Hoping for better times, they began experimenting alternative solutions. In the ordinary building industry, experimentation concentrated on the substitution of steel reinforcement with other materials found throughout Italy, such as aluminum, wood, bamboo, etc. In large-scale constructions, instead, attempts were made to minimize the use of steel by optimizing the performance of other materials, while hopes

focused on the discovery of a more efficient manner for the use of steel and concrete. Pier Luigi Nervi conducted such experiments (as well as, for example, Riccardo Morandi, who at this time began to discover the potential of prestressed concrete).

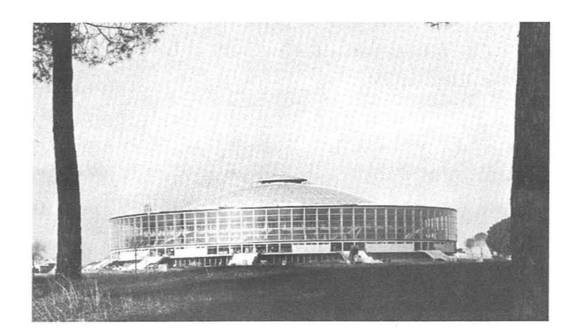


Figure 3
Sports Palace, Rome 1956–59 (Nervi 1965a)

Nervi carried out a detailed analysis of every single construction cost. He became an expert in calculating the incidence of every steel rod, every bag of cement, every wooden plank, every liter of petrol used for transportation on the global cost of erecting a structure. This allowed him to evaluate the most economical structural solution for every detail in the construction plan. (This meticulous analysis excluded two parameters, the cost of labor and design, both of which were considered to hardly amount to anything). Nervi's analysis led him to focus on two fundamental points. The first was that in order to save on steel it was fundamental to reduce the use of cement: thin layers of densely reinforced concrete are more efficient —and therefore more inexpensive— than larger bodies of concrete with less reinforcement. The second was that reducing the use of wooden casting moulds for directly erecting elements proved to be the most important cutback. These simple reflections gave rise to two parallel activities. First, Nervi began experimenting with slender concrete slabs densely reinforced with steel; secondly, he started an important experimental building yard in which he significantly reduced the need for wood, which was becoming exceedingly scarce, by making use of prefabricated on-site concrete elements. The experiments conducted on the densely reinforced concrete slabs were hardly scientific. They were very artisanal and conducted in chance labs, often in his house. (There even are accounts that state that Nervi conserved these experiments on his balcony). Nervi was only able to rely on load tests much later, when they were carried out in the Milan Polytechnic laboratory headed by Arturo Danusso.

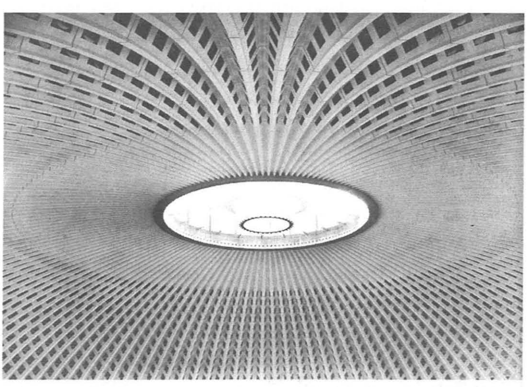


Figure 4
Sports Palace: the dome from the interior (Nervi 1965b)

How were these slabs, which Nervi first referred to as being «evenly reinforced» and then «ferrocemento slab», made? Nervi superimposed various layers of metal netting formed by small diameter (1 mm or less) steel wire. He then pressed mortar made of cement and sand (but no gravel) into the metallic mesh using a trowel or float This operation was conducted on one side of the mesh until the cement emerged from the other side after having saturated it. Naturally, the operation also depended on the plasticity of the mortar, which had to be accurately prepared. Both horizontal and vertical slabs could be made in this manner and they did not require wooden moulds to shape the mortar until it hardened.

The extreme subdivision and the uniform distribution of the reinforcement in the concrete created a material that was different from ordinary reinforced concrete. The new material, called «ferrocemento», is a homogeneous, isotropic, elastic material and resists both traction and compression (Nervi 1943). Nervi

patented his invention in April 1943, when Italy was still at war. In July 1943, when the Fascist regime collapsed and the Nazi forces occupied Rome, Nervi refused to collaborate and closed his building company (Rome would not be liberated until June 1944). In the meantime, Nervi continued to experiment with what he called «structural prefabrication». This technique, which involved the use of prefabricated elements, allowed him to dramatically reduce the use of wood from his building sites. The opportunity to employ his new construction methods was provided by the construction of the famous series of airplane hangars for the Italian Air-Force: six identical hangars were created in pairs in Orvieto, Orbetello, and Torre del Lago between 1939 and 1942.

Nervi adopted the same structural plan he had employed in Orvieto in 1936, but abandoned the complex and expensive wooden moulds that he had needed to erect the great ribbed vault. How was this done? Nervi divided the ribs into as few small and identical elements as possible. These individual elements were prepared in series in moulds that could be reused dozens of times. The elements were then lifted into place by using a light scaffolding system and joined with concrete pour. Once the work was completed, there was no trace of this fragmentation and the resulting structure proved to be statically monolithic. In November 1939, this procedure was protected by a patent. Nervi was aware that he had devised a system that could be applied to any type of construction. All it required was an efficient de-composition of the structure into a few types of elements that could then be pre-fabricated. Thus, by the end of the war, Nervi possessed a new material, «ferrocemento», and a new building technique, structural prefabrication. Ferrocemento is a light material composed of layers of steel mesh grouted together with cement (which can still be found in natural deposits throughout Italy) and sand. An unspecialized laborer can easily prepare it with very simple equipment (trowel, float, etc.). It was cheap and perfect for post-World-War-II Italy.

Structural prefabrication is an artisanal technique that requires accurate planning, but can easily be implemented on a traditional building site as it does not require specialized labor. What Nervi invented was not factory-made serial construction elements, but the application to individual building of serial elements pre-fabricated directly on the building site. Notwithstanding the pompous name, prefabrication, this really is an age-old technique applied on the basis of available means and materials. Just as in the past, columns, capitals, metopes, triglyphs and ashlars were carved on the building site and then erected into their permanent position; Nervi's construction elements were constructed on the site and then erected into position. It was a perfect technique for building yards in post-war Italy without either specialized labor or machinery.

The Nervi System

In the period between the liberation of Rome and the Olympic games, Nervi had many opportunities to test his inventions. First, separately with the famous Magliana hangar and then together in a series of minor experimental construction jobs. However, the best prospect to test both together was provided by the construction of Hall B of the Turin Fair. During the extremely rapid construction of this building (begun in September 1948 and completed in April 1949), Nervi was able to perfect all the construction processes that he would use in the future and which came to be known as the «Nervi System». The four structures simultaneously constructed for the Olympic games provided the opportunity for the definitive fine-tuning of the Nervi System. Their analysis, in fact, allows us to understand the system itself, and how *ferrocemento* and pre-fabrication were combined.



Figure 5
Flaminio Stadium, Rome 1956–59. The covered grandstand (Nervi 1965b)

In designing these facilities, Nervi opted for rather traditional architectural solutions and showed a clear preference for symmetrical curved forms. However, Nervi's domes and vaults are clearly discernible from classical examples on account of their complex surfaces. Nervi created extremely detailed ridged, wavy, pleated and ribbed surface areas. His structures are enriched by a minute superficial design that is not found in any other contemporaneous reinforced concrete structures. The surface depths are often no thicker than 3 cm, but the complexity of the movement prevents one from perceiving its slenderness, which can only be discovered by consulting the executive plans.

Why did Nervi adopt such complicated surfaces that had been abandoned by others due to the construction and calculation problems they entailed? Why were these complex superficial combinations reserved for symmetrical and even circular structures? The answer lies in the peculiarity of Nervi's building sites. Nervi's concept of structural prefabrication meant that structures had to be de-composed and the separate elements had to be prepared ahead of time. So, every element had to be small and light enough to be lifted and easily set into place. The slenderness of each section was functional not only in terms of weight, but also helped streamline material costs and the minute superficial design depended on the scale of the prefabricated elements. Each piece had to have a shape, which would allow it to be rigid enough to resist the handling and erecting stress. Finally, each piece had to be replicable as many times as possible. This meant that only translation and revolution surface designs were feasible.

How was structural prefabrication adapted to the structures erected for the Olympic games? What was the de-composition principle adopted? The spherical vault of the Palazzetto dello Sport is composed of a total of 1.620 elements, but only 19 different types of them (12 rhomboidal elements of varying shapes and 1 anomalous piece for the apex were repeated 108 times, while the 6 elements for the edge were repeated 36 times). The spherical vault of the Palazzo dello Sport, instead, is formed by 1.008 elements of only 9 different types (6 V-shaped ashlars forming 144 identical waves and 3 for the 48 fan-shaped elements). The Stadio Flaminio canopy and grandstand stands are even simpler in conception: a single identical piece was repeated dozens of times. The same holds true for the floor system of the Viaduct.

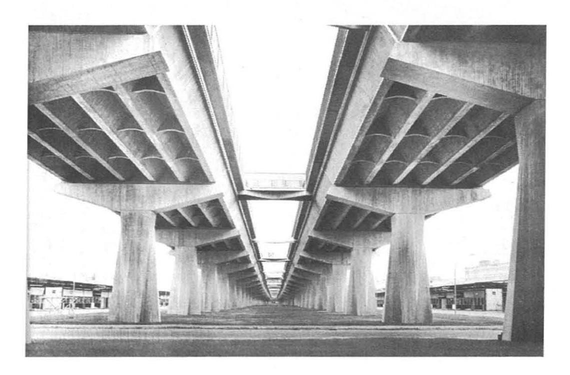


Figure 6
The Corso Francia Viaduct, Rome 1958–60 (Nervi 1963)



Figure 7
Small Sports Palace: view during construction of the dome (Nervi 1965a)

The elements were prepared directly at the site and stacked, while the parts that needed to be cast-in-place were created. (Naturally, there still were plenty of these: from the foundations to the pillars). Subsequently, the elements were set into place by using scaffolding. The double purpose of restablishing the monolithic nature of the whole and completing the resisting system was obtained with cast-in-place ribs.

One of the most interesting aspects of the Nervi System is the skillful combination of prefabrication and casting.

What element types were adopted to de-compose the complex structures? In which parts was «ferrocemento» used?

The complexity of the surface, the minute design of the ribbing, the thick pleating of the domes and floors was obtained, albeit with different results, by employing only two different types of «special» elements made with «ferrocemento», the «wave elements» and the «rhomboidal elements», which Nervi had invented at the Turin site. The «wave elements», patented in August 1948 (Nervi 1948), were meant to give prefabricated sections a geometrical design that would guarantee an elevated moment of inertia with a minimum use of material. The use of «ferrocemento» made this technique economical. It was just a matter of bending the wire mesh with a brick mould and then filling the mesh with mortar as usual. The result was a light (about 1.500 kg every 4 meters) construction element no thicker than a few centimeters, and resistant to transport due to its elevated moment of inertia. The «wave elements» are closed at either end by non-deformable headers and their rigidity is ensured by two or three internal diaphragms, which keep the slender walls (often lightened by wide apertures) from deforming. When the elements are mounted on the falsework, their shaping allows the casting of concrete ribs both along the top and the bottom of the wave. The reinforced ribs are connected to the precast element via the reinforcing rods left protruding from the element itself.

The «wave elements» used in the dome of the Palazzo dello Sport are made up of V-shaped elements that vary between 4 and 5 meters and have large side apertures with perforated diaphragms to allow the passage of the lighting system and other installations. The V-shape motif is also repeated in the beams that form the road bed of the Corso Francia Viaduct. These, however, are 16 m long and partially pre-compressed. In the canopy covering the grandstand at the Stadio Flaminio, the 15 m oversail was obtained by juxtaposing variable geometric waves along it. In this case, the casting is limited to the ridge of the wave and joins the prefabricated elements to the previously erected structure.

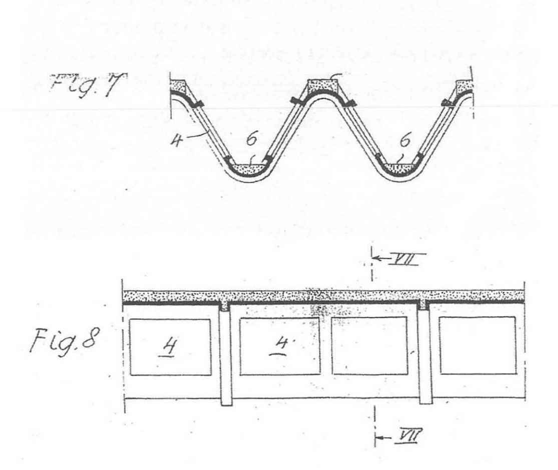


Figure 8
Italian patent n. 445.781 by Pier Luigi Nervi, «Procedimento costruttivo per la realizzazione di strutture cementizie ondulate o curve con o senza tensioni preventive», August 26th 1948: the «wave element» (Archivio Centrale dello Stato)

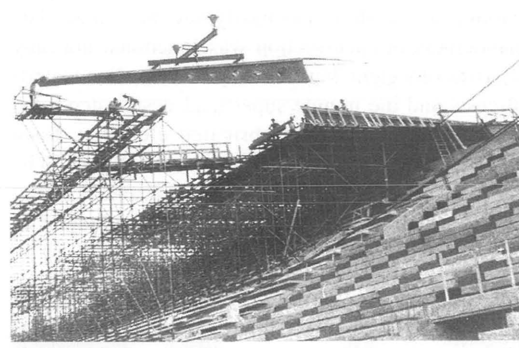


Figure 9
Flaminio Stadium: placement of one of the canopy elements (Nervi 1965b)

The other special element, the «rhomboidal element», was patented in May 1950 (Nervi 1950). The idea sprouted from the need for a thin curved surface stiffened by ribs, which is very complicated to cast. Nervi solved this problem by inventing a special type of formwork, a precast «shape-element», no wider than a few centimeters, which would not



Figure 10
Sports Palace: placement of a V-shaped element for the dome (Nervi 1965a)

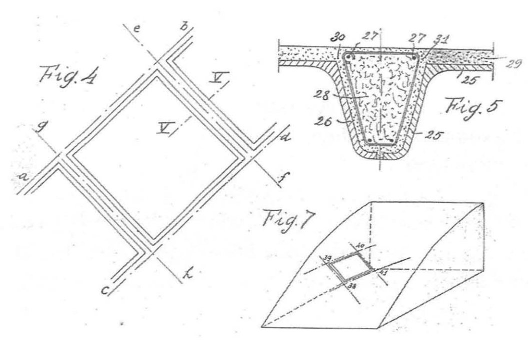


Figure 11
Italian patent n. 465.636 by Pier Luigi Nervi, «Procedimento costruttivo per la realizzazione di superfici resistenti piane o curve costituite da reticolati di nervature in cemento armato, completate o meno da solette di collegamento tra le nervature», May 19th 1950: the «rhomboidal element» (Archivio Centrale dello Stato)

be dismantled, but became an integral part of the completed structure. «Shape-elements» must be geometrically exact parts of the surface to be created. This can easily be done by creating a surface model replicating the exact surface to be erected. The wooden model is used to prepare the moulds in cement, plaster or wood, which are then used to make the entire series of «shape-elements». Naturally, this technique is economically sound only if the same moulds can be utilized for hundreds of pieces. The shape-elements are shaped so that once they are set on the scaffolding, they generate a channel (closed underneath) in which the stiffening rib can be casted. A thin slab can also be poured in place over the whole surface.

Precast «rhomboidal elements» were employed to create the entire dome of the Palazzetto dello Sport. The 12 types of elements all have the same thickness (2,5 cm). They were prefabricated in series by using a mould created with a model. Once these elements were mounted on the scaffolding, only resting on 2 points, the reinforcement was placed in the channels and the cast was executed. The reinforcement also extends to the extrados of the dome where a 3 cm thick layer of concrete was cast. The same technique was also used for the intrados of the ring gallery in the Palazzo dello Sport. Here, too, a model was used to prepare the moulds in 6 different measures used to prefabricate the required 240 elements. This still leaves us curious regarding a central point: How did Nervi's dome function statically? Do the thin «ferro-cemento» elements support the load or is this accomplished by the more consistent cast ribbing? Do the waves and rhomboidal elements serve a structural function or did they only serve as casting moulds? In his papers, Nervi declared that they served both purposes: the domes attain stability both as membranes and as a series of rib-arches. Certainly these structures are deeply hyperstatic and it is practically impossible to comprehend exactly how the dome settled considering that its elements were created at different times and underwent different shrinking, aging and stress processes during their erection.

Reconstruction Monuments

The analysis of the Olympic works confirms the originality of Pier Luigi Nervi's experimentation. Their originality lies especially in the unique technique, which was employed to construct them. At the time, in fact, many engineers around the world were examining the issue of thin shell concrete structures following the pre-war experiments conducted by Dischinger, Finsterwalder, Torroja, Freyssinet, Aimond and Lafaille. Other works under scrutiny included those by Felix Candela and Heinz Isler, who became famous at the end of the 1950s. They also employed thin sections and took advantage of resistance through shape.

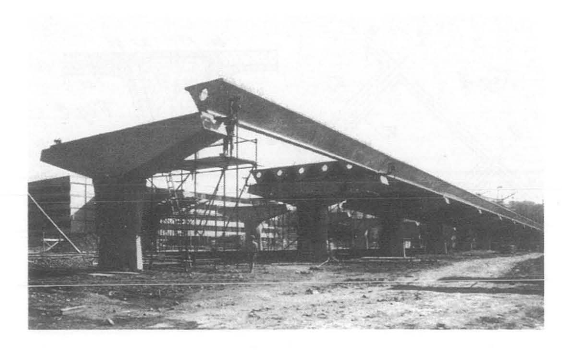


Figure 12
The Corso Francia Viaduct: the positioning of a beam on a support (Nervi 1965b)

However, Nervi's domes and vaults were not only the result of a new invention in reinforced concrete construction, but also profoundly related to post-war Italy. Italy lagged far behind in the technological advances that had been achieved in construction work. During the phases that led from Autarchy to war, and the long and difficult years of the post-war reconstruction, the Italian construction industry remained unaltered. It was both technologically and industrially behind, had no specialized labor or machinery, and was controlled by small, improvised firms.

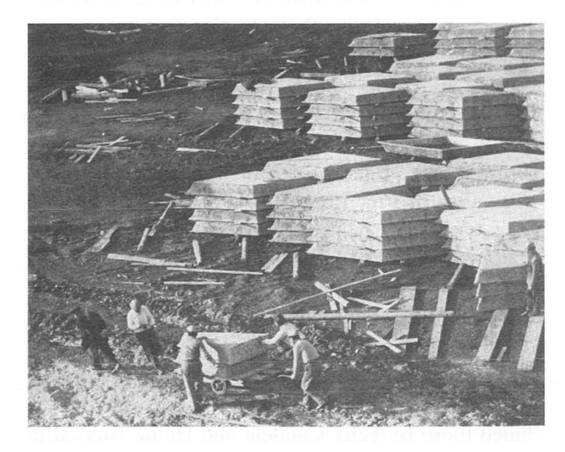


Figure 13
Small Sports Palace: piled «rhomboidal element» (Huxtable 1960)

Nervi's works certainly reflect this condition in the poverty of means and the artisanal nature of the building sites. Nonetheless, his works remain masterpieces of structural engineering and their sophisticated and bold solutions became the symbol of Italy's rebirth. They were true monuments to the reconstruction effort.

Nervi was certain that his system demonstrated that the full potential of reinforced concrete still had to be discovered. He believed that his work would usher in a new phase of reinforced concrete construction. However, as we now know, the exact opposite took place. The use of thin shell concrete structures was progressively abandoned and «ferrocemento» —an economic miracle— remained exclusively associated to Nervi.

Thus, Nervi's work did not trigger further experimentation, but rather closed the age of the great reinforced concrete structures. Why? First and foremost, the inexpensive nature of «ferrocemento» and artisanal prefabrication was brought to an end by the growing costs of labor and materials. However, what became even more anachronistic was the idea that a single person could control the entire construction process. The great designer and site director was the last heir of a long dynasty of Italian constructors that from Antonelli and Vittone all the way back to Brunelleschi had created many masterpieces. This particular placement in the history of engineering does not in any way diminish the great influence that Nervi's works had on the architectural culture and production of the twentieth century. Nervi's influence affected architectural experimentation in general, rather than the evolution of great structures (in fact, Nervi has always fascinated architects more so than engineers). Thus, Nervi's works for the 1960 Rome Olympic games decisively influenced the development of structural expressionism, which characterized the architectural languages of Italy in the years to come.

Reference list

Budinis, M. 1958. I nuovi impianti per le Olimpiadi a Roma. *Quaderni della Società generale Immobiliare* 7: 1–7.

Desideri, Mario. 1980a. Sul calcolo delle cupole a nervature meridiane. La volta del Palasport a Roma. *L'industria italiana del Cemento* 6: 433–440.

Desideri, Mario. 1980b. Nervi e la tecnologia del cemento armato. *L'industria italiana del Cemento* 10: 869–886.

Desideri, P.; P. L. jr Nervi and G. Positano. 1979. *Pier Luigi Nervi*. Bologna: Zanichelli.

Heimsath, Clovis B. 1960. Nervi's methodology. *Architectural forum* 2: 138–143.

Huxtable, Ada Louise. 1960. *Pier Luigi Nervi*. Milano: Il Saggiatore.

Nervi, Pier Luigi. 1943. *Perfezionamento nella costruzione di solette, lastre e altre strutture cementizie armate*. Italian patent n. 406.296.

Nervi, Pier Luigi. 1948. *Procedimento costruttivo per la realizzazione di strutture cementizie ondulate o curve con o senza tensioni preventive*. Italian patent n. 445.781.

Nervi, Pier Luigi. 1950. *Procedimento costruttivo per la realizzazione di superfici resistenti piane o curve costituite da reticolati di nervature in cemento armato, completate o meno da solette di collegamento tra le nervature*. Italian patent n. 465.636.

Nervi, Pier Luigi. 1963. *Nuove strutture*. Milano: Ed. di Comunità.

Nervi, Pier Luigi. 1965a. *Aesthetics and Technology in Building*. (The Charles Eliot Norton Lectures, 1961–1962). Cambridge: Harvard University Press.

Nervi, Pier Luigi. 1965b. *Costruire correttamente. Caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*. Milano: Hoepli.

Perilli, Achille. 1958. Pier Luigi Nervi. *Civiltà delle Macchine* 2: 30–31.

Pica, Agnoldomenico. 1969. *Pier Luigi Nervi*. Roma: Editalia.

Vaccaro, Giuseppe. 1958. Il palazzetto dello Sport, a Roma. *L'architettura. Cronache e storia* 27: 584–593.

Torroja y las láminas de hormigón en la posguerra española: el gimnasio-piscina de la Escuela Naval de Marín

Francisco Jaureguizar, Juan P. Valcárcel

El recinto militar de la Escuela Naval de Marín alberga numerosos edificios de tamaños, funciones y estilos diversos, que sirven a las distintas instalaciones militares. Gran parte de estos edificios se construyó en las décadas de 1930 y 1940. El edificio del gimnasio-piscina data del año 1942. Su estructura fue proyectada y calculada por Eduardo Torroja (1899–1961) y permanecía, hasta ahora, prácticamente inédita.[1] En este artículo se realiza un estudio de su diseño y cálculo, y se analiza su importancia en el marco de las circunstancias de la construcción de su época y en el de la obra de Torroja. Los méritos de esta estructura son varios: el gran prestigio de su autor, el hecho de emplear una solución poco habitual en España en la fecha de su construcción, y su excelente estado de conservación, transcurridos dos tercios de siglo desde su finalización. Todas ellas constituyen razones suficientes para su consideración y estudio.

Se trata de un raro ejemplar, pues es una de las pocas cubiertas de hormigón de gran porte realizadas en España durante los años cuarenta, y la primera de Torroja tras la guerra civil. Pero en esta ocasión la estructura de Torroja no alcanza la pureza formal de sus obras anteriores. Y al contrario de lo que venía siendo habitual en él, aquí las superficies de hormigón no forman parte de la imagen del edificio. Aunque el gimnasio-piscina de Marín consiste básicamente en dos bóvedas delgadas de hormigón armado, estas bóvedas no se dejaron a la intemperie, sino que se ocultaron tras una funda de formas más tradicionales (fig. 1). Quizás las formas curvas de hormigón armado resultaran demasiado avanzadas técnica y estilísticamente para las circunstancias políticas del momento.

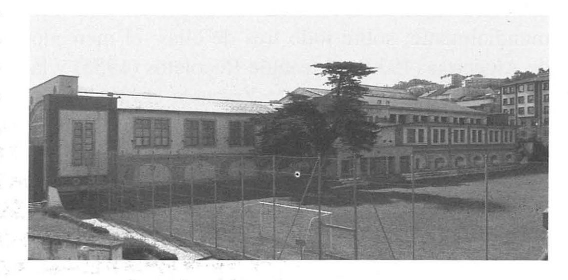


Figura 1
Escuela Naval de Marín: vista exterior del edificio del gimnasio-piscina. El volumen más bajo, a la izquierda, contiene la piscina, mientras que el cuerpo de la derecha alberga el gimnasio.

Las cubiertas de hormigón en España y su desaparición tras la guerra civil

Poco después de la invención del hormigón armado, ya se construían las primeras cubiertas continuas de este material, si bien en las primeras décadas reproducían simplemente las formas y principios estructurales de las bóvedas y cúpulas tradicionales de fábrica. Finalizado el primer cuarto del siglo XX, empezaron

a explotarse realmente las posibilidades del nuevo material en la construcción de cubiertas. En esa época, la construcción en hormigón comenzó a abandonar las bases exclusivamente empíricas para dejar paso a los modelos matemáticos. Al tiempo, algunos pioneros ensayaban formas nuevas, imposibles en otros materiales. Surgieron así las primeras estructuras laminares de hormigón. El fenómeno recibió un importante impulso en Alemania, donde ingenieros como Finsterwalder o Dischinger construyeron las primeras láminas de hormigón de fama mundial, al tiempo que proporcionaban las bases teóricas para su cálculo. El empleo de las nuevas formas pronto se extendió a otros países europeos: Francia, Suiza, Italia . . . Las cubiertas de hormigón iban salvando luces cada vez mayores, al tiempo que veían reducirse su espesor.

En España, pronto comenzaron a construirse cubiertas de hormigón armado, que competían en importancia con las realizadas en el resto de Europa. En este campo, el autor español más importante fue, sin duda, Eduardo Torroja. Las cubiertas laminares realizadas por Torroja en colaboración con distintos arquitectos antes de 1936 eran conocidas y admiradas mundialmente, sobre todo tres de ellas: el mercado de Algeciras (1933), el frontón Recoletos (1935) y la tribuna del Hipódromo de la Zarzuela (1936). Otros autores españoles también permanecían atentos a las posibilidades del hormigón armado en la cubrición de grandes luces. En Asturias, Sánchez del Río conseguía con el mercado de Pola de Siero (1929–1931) una obra de gran mérito estructural y estético. En Galicia, Rey Pedreira y Lama construían el mercado de San Agustín de A Coruña (1932–1937), para cuyo proyecto se habían *inspirado* en el mercado de Reims. Algunos años antes, en 1919, Peña Boeuf proyectaba, sin llegar a construirlo, un hangar para zepelines en el aeropuerto de Sevilla, consistente en una bóveda de hormigón armado cuya luz, 126 metros, aún hoy resulta asombrosa.

Acabada la guerra española, en 1939, la conexión de los arquitectos e ingenieros españoles con las tendencias de vanguardia europeas se interrumpió, tanto en lo referente a estilos arquitectónicos como por lo que concierne a avances estructurales y constructivos. En los años que siguieron, y al menos hasta 1950, las cubiertas laminares de hormigón prácticamente desaparecieron de la escena española.[2] Una de las causas fue, sin duda, la escasez de materiales, especialmente de hierro.[3] Pero también se extendió una especie de censura o autocensura en el diseño: instaurado el nuevo régimen político, se evitaba dar a los proyectos una imagen demasiado avanzada, que pudiera recordar a los lenguajes empleados durante el régimen republicano.

Las últimas láminas de hormigón proyectadas por Torroja habían sido las de la tribuna del hipódromo de la Zarzuela, acabadas poco antes de la guerra. No hay constancia de que diseñase ninguna otra estructura de este tipo durante los catorce años siguientes, exceptuando este proyecto de gimnasio-piscina en Marín, realizado en 1942. A partir de 1950, volvió a construir algunas cubiertas de hormigón más, de pequeña dimensión, que ya no alcanzaron el nivel de originalidad de sus primeras obras.

BÓVEDAS DISFRAZADAS: LA DOBLE CUBIERTA DE MARÍN

Si bien lo más destacado de la obra de Marín es su estructura, la autoría del proyecto no pertenece en exclusiva a Torroja. Como sucediera a lo largo de su carrera en muchas ocasiones, un arquitecto fue el responsable oficial: en este caso se trató de Antonio de Cominges, quien se encargó sobre todo del aspecto externo del edificio. Torroja, como era habitual en este tipo de colaboraciones, se ocupó del diseño y cálculo de la estructura.

El edificio que alberga el gimnasio y la piscina de la Escuela Naval de Marín consta de dos cuerpos: el más bajo contiene la piscina, y el de mayor altura y volumen corresponde al gimnasio. La cubierta externa es un tejado a dos aguas, con acabado de teja. El exterior, similar al de otros edificios del recinto militar en el que se ubica, pertenece al estilo academicista practicado por los arquitectos españoles en los primeros años del franquismo, y *convenientemente* alejado de las estéticas de vanguardia que habían comenzado a desarrollarse durante la República.

Una vez en el interior del edificio, resulta sorprendente descubrir que los dos grandes espacios deportivos, gimnasio y piscina, se cubren con sendas bóvedas de hormigón (fig. 2). El edificio tiene, pues, una cubierta doble: la exterior, de teja —estaban previstos corcho y fibrocemento en el proyecto de Torroja—, y la interior, de hormigón armado. Es fácil de-

ducir que la cubierta exterior es la cubierta de Cominges y la interior es la cubierta de Torroja. Da la sensación de que se hubieran ocultado las bóvedas deliberadamente, como si hubiese temor a ofrecer una imagen demasiado *moderna*. El edificio de Marín es una muestra de la presumible censura formal antes mencionada, materializada en el aspecto exterior de la obra, pues nada hace sospechar la estructura que alberga en su interior.



Figura 2
Escuela Naval de Marín: interior del gimnasio. Al fondo, la cristalera que separa el gimnasio de la piscina.

Los dos espacios deportivos están separados mediante una cristalera situada bajo un arco calado, del

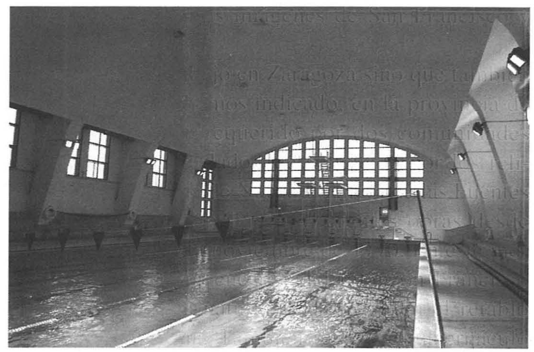


Figura 3
Escuela Naval de Marín: interior de la piscina.

que se cuelga una tribuna. Aunque el gimnasio es mayor que la piscina, sus programas se resolvieron de forma muy similar: cada uno de ellos ocupa una planta rectangular, cubierta por una bóveda rebajada de hormigón apoyada en arcos también de hormigón. En la piscina, la luz penetra lateralmente, por debajo de los bordes inferiores de la bóveda de hormigón, y pòr uno de los testeros (fig. 3). El gimnasio, además de iluminarse de forma lateral, cuenta con un lucernario en la clave de la cubierta.

Las bóvedas de hormigón están sustentadas por enormes arcos, también de hormigón armado. En el gimnasio se dispone un arco cada siete metros, hasta

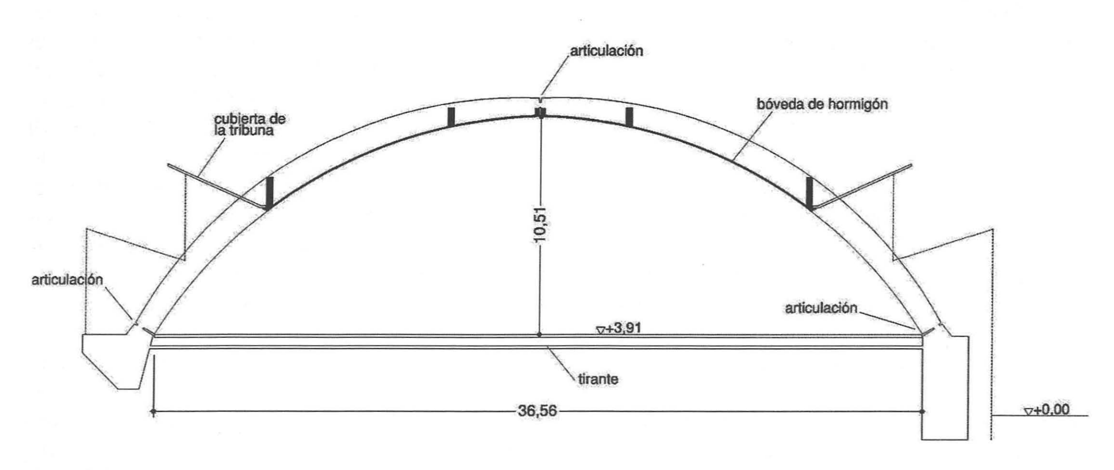


Figura 4
Sección transversal del gimnasio, mostrando uno de los arcos y la bóveda (elaboración propia).

un total de ocho, salvando cada arco una luz de 36,56 metros. Su sección tiene forma de T invertida, y están articulados en los arranques y en la clave, mediante articulaciones tipo Freyssinet (fig. 4). Un tirante dispuesto bajo el pavimento ata los dos cimientos de cada arco, contrarrestando el empuje horizontal. Los arcos de la piscina son algo más pequeños, de 25,50 metros de luz y ocho metros de flecha.

El espesor de las bóvedas es de siete centímetros. Tanto en la piscina como en el gimnasio presentan liso el intradós. Pero curiosamente, y este es uno de los aspectos más significativos de esta obra, las bóvedas no son lisas por el extradós, como podría pensarse, sino que cuentan con una serie de nervios y vigas resaltados hacia el exterior, paralelos y perpendiculares a los arcos principales (fig. 5). Este hecho sólo se advierte tras analizar los planos de estructura, pues el entramado queda oculto bajo la cubierta de teja.



Figura 5
Modelo tridimensional de la estructura de hormigón armado de la cubierta del gimnasio.

En esquema, la estructura consiste en una serie de bóvedas cilíndricas de hormigón apoyadas en arcos paralelos. Las bóvedas se apoyan en sus testeros curvos, quedando al aire sus bordes inferiores, algo imposible en las bóvedas tradicionales de fábrica y aún en las primeras bóvedas de hormigón armado, que apoyaban los bordes rectos en toda su longitud. El sistema de *vigas-bóveda*, bóvedas que no apoyan sus bordes rectos sino que son soportadas por tímpanos transversales o arcos, empezó a probarse con éxito desde 1925. Torroja era perfecto conocedor de este tipo estructural, y lo había llevado al límite en el frontón Recoletos. Sin embargo, en Marín añade a la cubierta otros elementos que la alejan, en cierta medida, de la viga-bóveda, y sitúan a estas bóvedas a medio camino entre la cubierta laminar y el emparrillado. Así, coloca a lo largo del borde inferior un gran nervio, de 1,60 metros de canto, que sirve de apoyo a los arcos secundarios, y en el que se apoya también la cubierta de la tribuna, una cubierta lateral consistente en una losa inclinada de hormigón (fig. 4). Este último detalle es otro de los aspectos que llaman la atención en esta obra, pues, teóricamente, el borde de una lámina nunca debe cargarse.

Análisis de la estructura

A pesar de que la solución elegida para Marín puede resultar heterodoxa desde un punto de vista estructural, esta obra no deja de tener gran interés, aún más si se tiene en cuenta que en los primeros años de la posguerra no se construían en España edificios con cubierta de hormigón de dimensiones semejantes.

Para el proyecto de la estructura del gimnasio-piscina, Torroja recurrió a elementos de hormigón suficientemente ensayados en aquellos años, como eran los arcos triarticulados y las cubiertas abovedadas. Pero, como ya se ha dicho, lejos de ser ortodoxa, esta obra resulta peculiar: Torroja, que tanto había experimentado con el hormigón armado, y que había creado alguna de las cubiertas de hormigón más emblemáticas, evitó aquí la solución más *pura* y previsible. Recurrió, por el contrario, a sumarle a las bóvedas un entramado de vigas y arcos secundarios.

Con el fin de comprender mejor el comportamiento de la estructura, se realiza a continuación un análisis de la bóveda del gimnasio. Se compara también este análisis con otros dos modelos de la bóveda, en los que se han eliminado las vigas y arcos secundarios, esto es, se han conservado únicamente los arcos principales y las bóvedas, con el objetivo de descubrir si el resto de elementos era necesario por motivos estructurales o su función era otra.

Los cálculos de Torroja

Resumiremos en primer lugar los cálculos incluidos en el proyecto de 1942. A pesar de la relativa complejidad de esta estructura, Torroja la calculó simpli-

ficándola al máximo. Sobre los métodos de cálculo, él mismo afirmaba que, a la hora de elegir uno, éste «debe ser, siempre, el más sencillo entre los que den suficientes garantías de seguridad y de economía». (Torroja [1991] 1957, 379)

Fiel a esa filosofía, Torroja subdividió la estructura en elementos simples, de análisis fácil, que va calculando uno a uno. Su decisión de hacer los arcos triarticulados, o la de resolver algunos encuentros entre piezas de hormigón como simples apoyos, en lugar de empotramientos, también simplificó los cálculos. Para calcular la cubierta, no intentó abordar un análisis global de la bóveda, sino que optó por ir calculando cada uno de los nervios de hormigón por separado, con la porción de carga correspondiente. Calculado un nervio, su efecto sobre los apoyos —que pueden ser otros nervios o un arco— se transforma en cargas puntuales en el elemento sustentante. Siguiendo este método, que hoy puede parecer simple, se van recorriendo una a una las distintas partes de la estructura. Las partes de la estructura a cuyo cálculo se dedicó más esfuerzo fueron los arcos, resueltos por métodos gráficos, y unos pequeños pórticos laterales, en los que se recurrió al método de Cross. Y ni siquiera se incluyen en el proyecto cálculos de la propia bóveda: Torroja indica directamente su armado, sin justificarlo. Esto parece sugerir que, para Torroja, la lámina de hormigón desempeñaba en esta estructura una función secundaria.

Análisis de la combinación de nervios y lámina

En nuestro estudio se analizó en primer lugar la estructura construida, y luego se comparó con una solución más sencilla, de la que se estudiaron dos alternativas.

En el primer análisis efectuado, se realizó un modelo de elementos finitos para reproducir el comportamiento estructural de la bóveda del gimnasio tal como se construyó. Se diseñó un modelo, usando el programa ANSYS, de dos arcos completos y del sector de bóveda que carga sobre ellos (fig. 6). Se emplearon los datos de materiales y cargas citados en la memoria del proyecto. Para el hormigón se adoptó una resistencia característica de 160 kg/cm^2, y como cargas, además del peso propio de la estructura, se incluyeron el peso de los materiales de cobertura y la acción del viento.

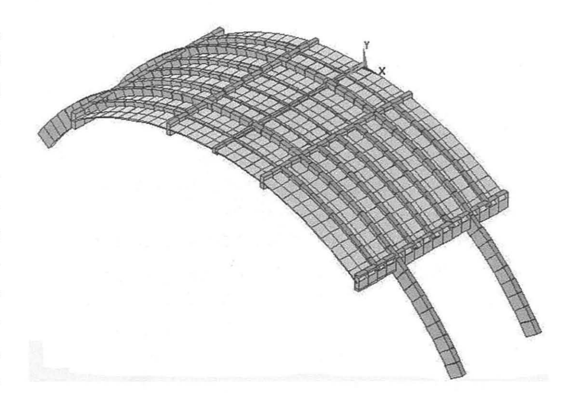


Figura 6
Modelo de elementos finitos de un sector de la cubierta del gimnasio, de acuerdo con el proyecto de Torroja.

Análisis de la lámina sin nervios

¿Hubiera podido simplificarse el diseño de estas cubiertas, sin tantos nervios intermedios? Para entender el comportamiento de esta estructura simplificada, se realizaron dos nuevos modelos de elementos finitos, eliminando todos los nervios superiores y conservando sólo los arcos principales y los nervios de borde horizontales. Se estudiaron dos opciones: el modelo 2A, con apertura de la lámina en la clave, y el modelo 2B, manteniendo la continuidad de la lámina también en la clave (fig. 7). En este último caso se supuso que los arcos estaban articulados únicamente en los arranques.

Resumen de los cálculos efectuados

El cálculo del primer modelo, que reproducía la estructura real, mostró que los valores que alcanzan las tensiones son bajos. La compresión máxima en la bóveda de hormigón no llega a un tercio de la tensión admisible del material. Los valores máximos de las tensiones, tanto de tracción como de compresión, aparecen en las inmediaciones de los arcos principales, adoptando valores mucho más bajos en el resto de la bóveda (fig. 8). Las deformaciones también son pequeñas comparadas con la envergadura del conjunto, del orden de una milésima parte de la luz. El análisis de los resultados confirma que Torroja diseñó la estructura con un amplio margen de seguridad.

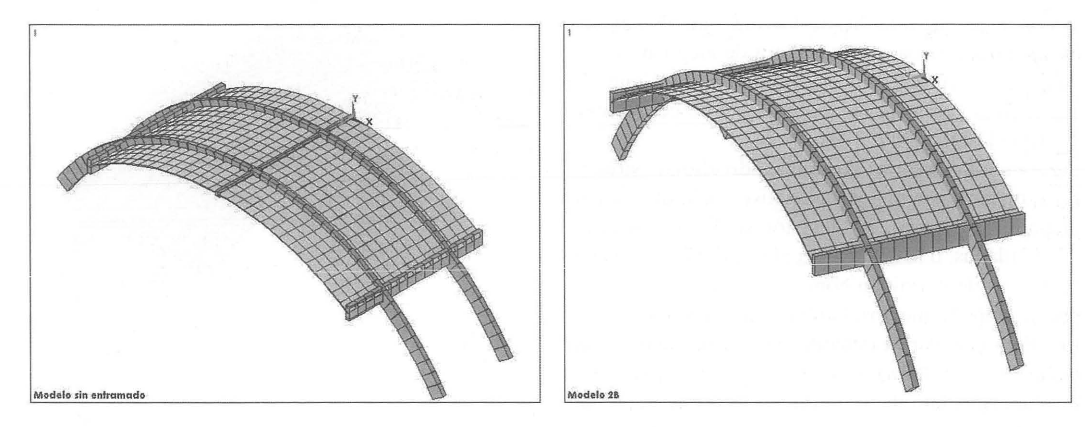


Figura 7
Dos modelos alternativos de la estructura. El modelo 2A, a la izquierda, mantiene la discontinuidad en la clave de la cubierta original, mientras que en el 2B se ha eliminado dicha discontinuidad.

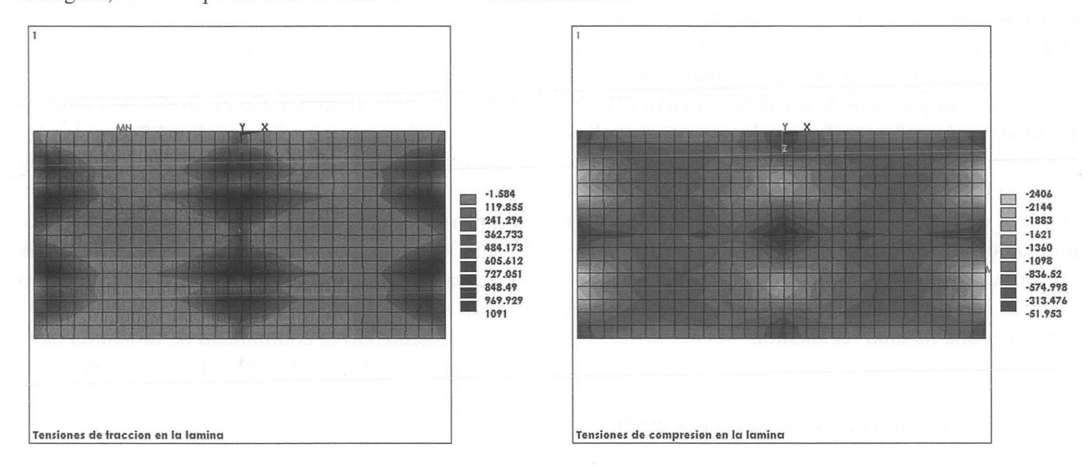


Figura 8
Tensiones de tracción (izquierda) y de compresión en el primer modelo.

Los modelos 2A y 2B, en los que se habían considerado sólo los arcos principales y la lámina, demostraron un mejor comportamiento estructural que la solución construida. El peso de estas dos soluciones habría sido de un 72% y un 69,6%, respectivamente, en relación con el peso de la estructura original. El descenso de las claves de los arcos es menor, sobre todo en la solución 2B, en este caso gracias a la eliminación de las rótulas superiores de los arcos. No obstante, esta desaparición de las rótulas origina mayores flexiones en los arcos. Las tensiones en la lámina se reducen significativamente, casi a la mitad en el caso del modelo 2B. En la tabla 1 se recopilan algunos de los valores más significativos de los tres estudios.

Un aspecto destacable tras observar el comportamiento de los modelos, más evidente en los modelos 2A y 2B, es la forma en la que se transmiten las cargas de las bóvedas a los arcos. Las orientaciones de las tensiones principales (fig. 9) muestran que, en la parte superior de la cubierta de hormigón, las cargas no se dirigen directamente hacia los arcos principales siguiendo recorridos horizontales, como haría un conjunto de vigas apoyadas en sus extremos o una

Tabla 1
Valores obtenidos en los modelos estudiados de la cubierta del gimnasio.

Gimnasio	Peso (kN)	Descenso clave arco (cm)	σ_c máx (kN/m²)	σ_t máx (kN/m²)
Estructura real	3688	3,64 (L/1004)	-3143	+1361
Sin entramado (2A)	2652	2,92 (L/1252)	-1721	+938
Sin entramado (2B)	2567	0,90 (L/4062)	-1648	+638

placa apoyada en dos vigas paralelas. Por el contrario, las cargas *descienden* por la cubierta, con orientación vertical, formándose unos arcos virtuales paralelos a los reales. Hacia la zona inferior de la bóveda se produce una concentración de las trayectorias, que ahora se juntan para dirigirse, finalmente, hacia los arcos principales. Estos resultados son similares a los obtenidos por Billington en su análisis del pabellón de Hershey (Billington y Saliklis 2003).

Interpretación de los resultados

El estudio realizado confirma que el entramado de jácenas y nervios entre arcos no era necesario por motivos estructurales: las bóvedas podrían haberse construido completamente lisas, tanto por el extradós como por el intradós. En ese caso, tampoco hubiesen requerido mayor espesor, siendo suficientes los siete centímetros con que se diseñaron originalmente. Las ventajas de esta disposición son evidentes: se reduciría significativamente el peso propio de la cubierta de hormigón, y se simplificaría en gran medida la ejecución.

¿Por qué no adoptó Torroja esta solución, más evidente y sencilla? Una explicación es que el entramado superior sirve para apoyar la cubierta a dos aguas, en vez de impermeabilizar directamente la bóveda. Es posible que otra razón, aunque resulte extraño tratándose de Torroja, fuera la de simplificar los cálculos. Es como si la estructura se hubiera diseñado pensando en reducir el tiempo de cálculo. Torroja dispone articulaciones o apoyos simples en la mayoría de los encuentros entre piezas, para forzar su isostatismo, y ello le permite calcular muchas vigas como simplemente apoyadas.

A favor de la solución estructural que se construyó, menos *limpia*, está el hecho de que el entramado, finalmente, se ocultó entre la bóveda de hormigón y la cubierta a dos aguas. Sólo queda visto el intradós de la bóveda, y eso fue lo que se dejó liso.

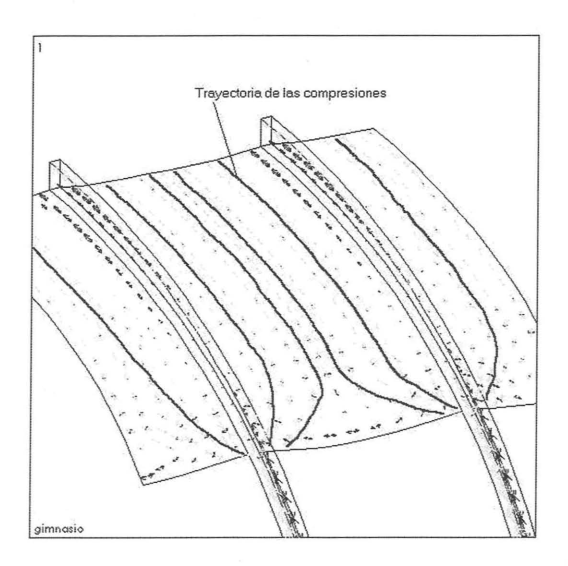


Figura 9
Orientación de las tensiones principales.

Conclusiones

Las bóvedas del gimnasio-piscina de Marín son un ejemplo de cómo una solución estructural de gran interés resulta, en parte, frustrada por los condicionantes estéticos y económicos de su época. El aspecto de este edificio hubiera sido, desde luego, muy distinto de haber quedado vistas sus cubiertas curvas de hormigón. Pero esto resultaba en 1942, por lo que intuimos, demasiado atrevido, y se prefirió ocultarlas bajo un tejado convencional.

Por otra parte, el análisis mediante elementos finitos demuestra que pudo haberse prescindido del pesado entramado superior de vigas y nervios de estas cubiertas, dejando sólo la lámina.

El edificio sigue siendo utilizado, conservando su uso original, y se encuentra en buen estado.[4] Su estructura tiene suficiente interés como para entrar a formar parte, no sólo del catálogo de obras de Torroja, sino del catálogo de obras singulares realizadas en España durante el franquismo.

Notas

1. No se ha encontrado referencia alguna a esta obra en la bibliografía consultada sobre Eduardo Torroja, excepto en el catálogo de una exposición realizada en 1979, donde aparece su nombre en un listado de obras y proyectos (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos 1979). El proyecto de la estructura del gimnasio-piscina de la Escuela Naval de Marín se conserva en el Archivo de la Oficina de Torroja, con el número 478. Este Archivo actualmente se encuentra en el CEHOPU (Madrid).
2. Uno de los pocos ejemplos de los que tenemos noticia es la Fábrica de Hielo del Muelle del Este, construida en 1943 en el puerto de A Coruña por Rey Pedreira y Rodolfo Lama.
3. Para tratar de paliar el problema de la escasez de materiales de construcción, el gobierno de Franco dictó una Orden en 1943 «sobre preferencia de suministro a construcciones con ahorro de hierro» (Ministerio de Presidencia, 30 de noviembre de 1943).
4. Llama especialmente la atención el buen estado en que se encuentra la bóveda de hormigón que cubre la piscina, a pesar de su reducido espesor y de la alta humedad del ambiente.

Lista de referencias

Billington, David y Saliklis, Edmond. 2003. Hershey Arena: Anton Tedesko's Pioneering Form. *Journal of Structural Engineering*, 129 (3): 278–85.

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 1979. *La modernidad en la obra de Eduardo Torroja.* Madrid: Turner.

Torroja, Eduardo [1991] 1957. *Razón y ser de los tipos estructurales.* 7.ª ed. Madrid: CSIC.

Reformas en el interior de la capilla del Salvador de Úbeda a finales del siglo XVIII: la intervención de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando

Manuel Jódar Mena

En el siglo XVI don Francisco de los Cobos, secretario de Carlos V, ordena la construcción en Úbeda de la Capilla del Salvador con el objeto de fundar un espacio que se convirtiera en la capilla funeraria de este hombre de Estado del Renacimiento. Éste no fue el primer espacio concebido para esta finalidad, puesto que el padre de Francisco de los Cobos pretendió que la capilla de la Concepción en la iglesia parroquial de Santo Tomás[1] sirviera para este fin. En este período era frecuente que los nobles, haciendo un ejercicio de ostentación de su poder, construyeran palacios y capillas que normalmente se agregaban a algún templo parroquial (Keniston 1980, 158–159; Montes Bardo 2002; Ruiz Prieto 1982).

En la ejecución del Salvador de Úbeda intervinieron destacados maestros, tales como Diego de Siloe, tracista y diseñador del proyecto, Andrés de Vandelvira, que fue su principal artífice, siendo esta capilla, según parece, el primer encargo que realizó Cobos a este genial maestro (Galera Andreu 2000, 76–85), Alonso Ruiz, Esteban Jamete y Alonso de Berruguete, entre otros.

El resultado definitivo fue un templo cuyo cuerpo principal está constituido con una nave con tres capillas a cada lado y un coro atravesado a los pies. La capilla mayor exteriormente es cilíndrica, abriéndose a uno de los lados un espacio rectangular que se corresponde con la sacristía. Actualmente sin duda es uno de los referentes de la arquitectura del Renacimiento, no sólo en Andalucía, sino en toda España. (Gómez Moreno 1983).

Aunque este espacio fue concebido y ejecutado durante el siglo XVI, con el transcurso del tiempo se realizaron diferentes obras y reformas que no siempre han sido vistas con buenos ojos. Antonio Ponz (1791, 134) al referirse al resultado de algunas de estas intervenciones dice lo siguiente: «el capricho y poco conocimiento de los que debían informarse antes de emprender obras costosas, han hecho desmerecer mucho a la tal capilla. Yo que la vi años hace desnuda de los despropósitos que ahora he encontrado, puedo hablar con algún fundamento».

La arquitectura de Jaén durante el siglo XVIII, al igual que en el resto de España, va a suponer la introducción de diferentes formas de practicar este arte. De la labor efectuada por los maestros mayores con una clara tradición artesanal y gremial se va evolucionar hacia un claro intento por profesionalizar la arquitectura, con un trabajo mucho más planificado y dirigido desde Madrid, que pretende imponer un centralismo artístico auspiciado por la creación de un centro generador de ideas: la Academia de Bellas Artes de San Fernando. (Galera Andreu 1979, 333).

Partiendo de esta base vamos a centrarnos en este trabajo en las reformas acometidas a finales del siglo XVIII en el interior de la capilla del Salvador de Úbeda que hemos documentado gracias a los fondos conservados en el Archivo General de Andalucía en Sevilla.

Estas reformas van a afectar por una parte al órgano de la capilla: uno de los elementos principales dado el papel desempeñado por la música en las principales

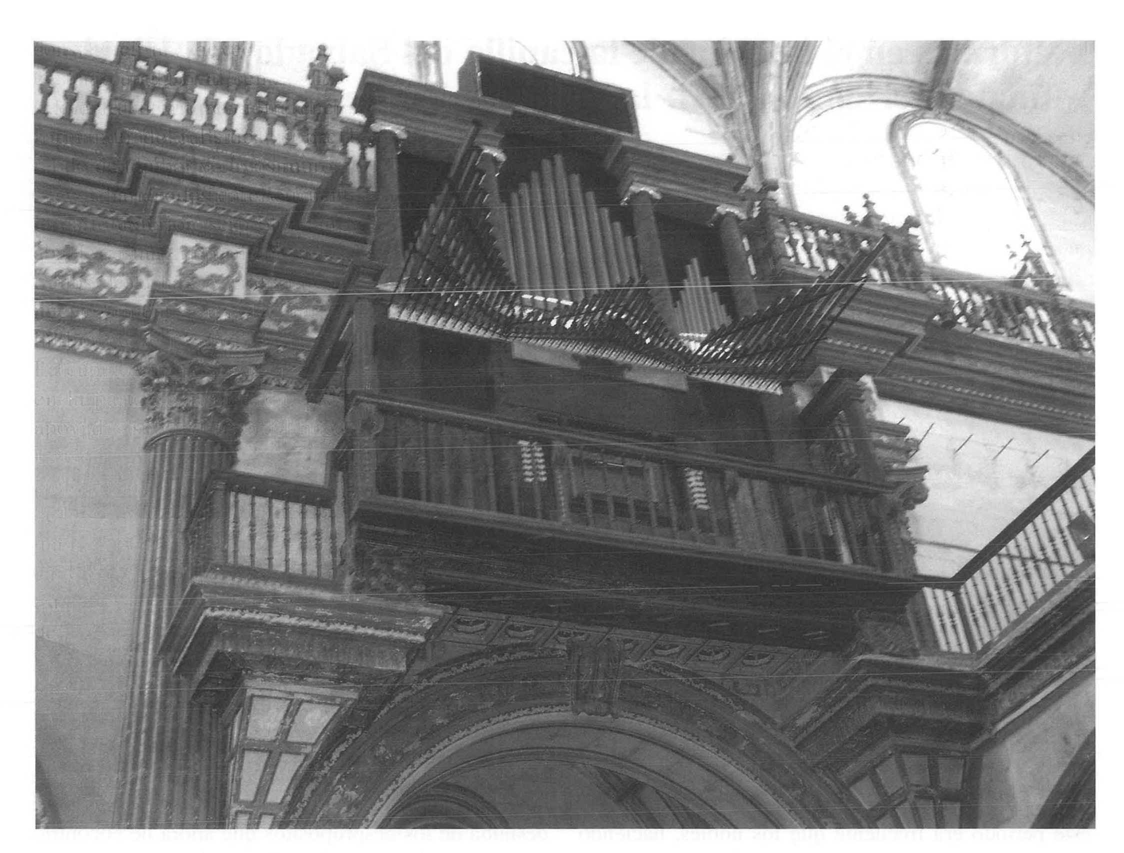


Figura 1
Órgano de la capilla del Salvador de Úbeda.

celebraciones litúrgicas, por otra parte, la transformación del presbiterio y el enlosado del templo.

Al respecto del órgano de la capilla en la documentación consultada[2] se reitera en varias ocasiones el estado tan deplorable en el que se encontraba, de tal forma que era imposible que realizara ninguna función.

El órgano se encontraba en el coro, el mismo emplazamiento actual, situado en alto, prácticamente a los pies de la iglesia, en la zona de la epístola, en un espacio no muy amplio, cubierto con una bóveda de tracería. La parte inferior del órgano se encuentra ocupada por una viga con una serie de motivos decorativos labrados con ciertas reminiscencias mudéjares (Martos López 1951, 42–43).

Inicialmente se ordenó que en el órgano se hicieran las reparaciones oportunas para su puesta en funcionamiento. Lo cierto es que el gasto efectuado en su compostura era inútil, dado que el estado que presentaba era lamentable. De esta manera, se inicia un debate sobre la posibilidad de gastar dinero en la recomposición del órgano o lo que podría resultar más rentable, la compra de otro. En las distintas cartas conservadas y escritas por maestros de música en su mayoría, se incide en que los gastos de compra resultarían muy similares a los del intento de recomposición del mismo, por lo cual, resultaría bastante más provechoso para la iglesia la adquisición de un nuevo órgano.

Con fecha 20 de mayo del año 1790 el maestro organero Francisco Javier Fernández visita la capilla del Salvador de Úbeda para corroborar el estado en el que se encontraba el órgano. Tras su análisis, afirmó que no merecía la pena intentar renovar la estruc-

tura del órgano. Al mismo tiempo manifestó que a pesar de ser el suyo un informe absolutamente desinteresado, expresaba su deseo de hacerse cargo de la construcción del nuevo órgano.

No fue sin embargo este maestro organero el único que visitó la capilla. También lo hizo Fernando Antonio de Madrid quien consideró que el único elemento digno de conservarse era la fachada de la caja del órgano, que «se encontraba en buen estado y que era de buena arquitectura».[3] Aunque se haya mencionado que la caja se encontraba en un buen estado, para la composición del nuevo órgano se encargó otra nueva, siendo realizado el dibujo del nuevo encargo por Silvestre Pérez en el año 1798.[4]

Finalmente decidió encargarse un nuevo órgano cuyas características se encuentran reflejadas en la documentación que hemos consultado.[5]

Sin lugar a dudas la intervención más destacada por haberse recogido los principales aspectos constructivos y artísticos es la que supuso el enlosado de la capilla y la transformación del espacio del presbiterio.[6] Estas reformas motivaron la intervención de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Desde su creación en el siglo XVIII, el objetivo de la Academia no fue otro que conseguir desterrar el pasado artístico del barroco y hacer caminar a todas las manifestaciones artísticas hacia el regreso del clasicismo.

Desde la perspectiva de los académicos, el triunfo del Barroco durante buena parte del siglo XVIII suponía el exceso por la desmesura, el espectáculo, el lujo, la ostentación, la extravagancia, el ridículo y la falta de reglas, que se contraponían con el nuevo estilo, el Neoclasicismo que pretendía dar culto a la razón mediante una actitud reflexiva, el regreso de un espíritu de reglas precisas, la vuelta de los modelos artísticos, la universalidad, la sencillez, el equilibrio normativo, la claridad (Frank 1995, 113–135).

Hasta que en el año 1786 se creó la Comisión de Arquitectura no consiguió la Academia encauzar sus principales objetivos. Hasta esa fecha varios habían sido los intentos de centralizar las ideas artísticas a través de la Academia. El nombramiento en el año 1758 de los llamados «celadores» para que cuidaran de la observancia de las leyes impuestas desde la propia Academia o la Real Orden del año 1777 que obligaba a que todas las obras públicas pasaran la censura de la Academia no alcanzaban los resultados deseados.

Con la creación de la Comisión de Arquitectura se logró asegurar el control sobre la enseñanza y lo que era más importante aún, imponer el empleo del clasicismo como lenguaje artístico representativo de los Borbones (García Melero 1998, 287–342).

Antonio Ponz, que fue uno de las personas que mayor impulso dieron a la creación de esta comisión define muy bien cuál era el espíritu que debía propulsar este organismo: «confirmar con su aprobación las trazas que sean conformes a las reglas del Arte, reprobar las irregulares o erróneas y corregir o anotar los defectos en que hayan incurrido las que no merezcan absoluta aprobación ni reprobación» (Bédat 1989, 389).

Durante este período se reitera en múltiples ocasiones la necesidad de no faltar a las reglas del arte, pero, ¿en qué consisten realmente esas reglas?

No faltar a las reglas suponía, entre otras cosas, no poner adornos a las nuevas construcciones, no romper en ningún momento la rectitud del trazado urbano, pero en definitiva, no desfigurar el aspecto exterior de un espacio con adornos extravagantes que se opusieran al gusto neoclásico. (Arbaiza Blanco-Soler 1999, 27–56).

Centrándonos directamente en las reformas acometidas en el presbiterio de la capilla del Salvador y el enlosado del templo destacaremos cómo inicialmente la Capilla del Salvador presentó un diseño con una propuesta de cómo debería ser su estructura. Este diseño fue reprobado por la Academia que se encarga de mandar uno nuevo, bastante reformado, que fue el que finalmente se llevaría a cabo por «estar más conforme a las reglas del arte, además de por ser menos costoso que el ya reprobado».[7] En este nuevo diseño se especifica cómo debía ser el perfil de la cornisa del presbiterio y ofrece el dibujo de la planta de la concha que se debía representar en el púlpito.

Las principales transformaciones del nuevo diseño suponían la reducción del número de los escalones de la grada que paso de los nueve inicialmente proyectados, a los siete que en la actualidad conserva. Entre los beneficios que esto ocasionó se alude el ahorro del gasto, y a la configuración de un espacio mucho más amplio. La justificación expresada ante la posibilidad de ampliar el marco espacial del presbiterio incide en la posibilidad de que mesa de altar ubicada en el presbiterio pudiera ser más grande, puesto que la mesa que cabía en el espacio proyecta-

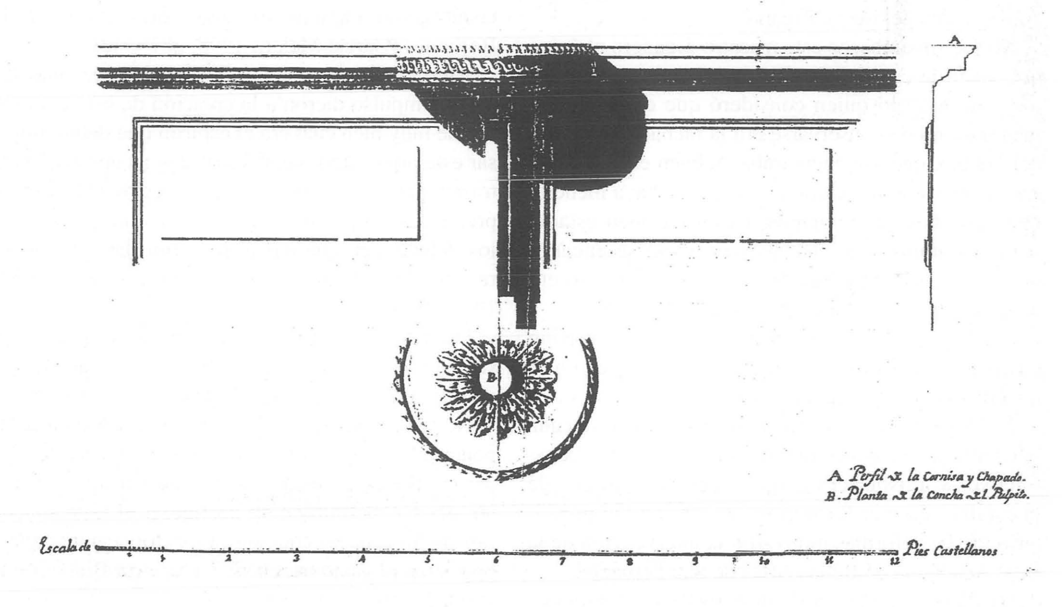


Figura 2
Diseño de la Real Academia de San Fernando para el chapado y púlpito del presbiterio de la capilla del Salvador de Úbeda.

do «apenas si permitía acoger la cruz de plata y el cáliz en línea recta».[8]

El perito que realiza esta declaración, Manuel López, se refiere también al posible plazo en el que se tardaría en acometer esta reforma: aproximadamente 8 ó 9 meses, a pesar de los problemas que pudieran surgir ante las dificultades que pudieran plantearse durante la obra.

Además el perito menciona la posibilidad de que al desmontarse la estructura del presbiterio a reformar se vendieran los elementos sobrantes, puesto que, en su opinión, estos materiales se encontraban en buen estado y con su venta se obtendrían beneficios que podrían emplearse en las nuevas reformas.

Son varias las cartas conservadas escritas por el perito Manuel López que comentan el buen estado en el que transcurrieron las obras acometidas a finales del siglo XVIII, ya que las alteraciones realizadas en el presbiterio con el beneplácito de la Academia de Bellas Artes de San Fernando no dejaban de redundar en beneficios para el Salvador de Úbeda, puesto que de haberse seguido el plan reprobado se hubiera ocasionado un costo mayor, menor estabilidad y no tanta seriedad y sencillez en que consiste el buen gusto de las obras tan pretendido durante esta época.

Una de las grandes preocupaciones de la Academia fue el intento de alcanzar en las distintas manifestaciones artísticas que promovieran ese buen gusto definido esencialmente por la proporción, la simetría y la ausencia decorativa. Todo ello llevado al campo de la arquitectura desembocaría en una serie de características a las que aspiraban los arquitectos formados en la Academia: solidez, regularidad, disposición, nobleza, señorío y hermosura (Arbaiza Blanco-Soler 1999, 27–56).

El tan reiterado y perseguido «buen gusto» ha sido analizado y debatido en multitud de ocasiones, hasta el punto que se ha llegado a considerar que éste es simplemente una expresión estética de ámbito intelectual que consiste fundamentalmente en la facilidad para discernir lo mejor y lo más útil dentro del



Figura 3
Presbiterio de la capilla mayor del Salvador de Úbeda.

citado ámbito de la intelectualidad (Frank 1995, 113–135; Álvarez de Miranda 1992).

Definitivamente el maestro que se hizo cargo de la reforma fue José Hermoso y Martínez tal y como informa en una carta con fecha 30 de septiembre del año 1790 José Montes, fiscal general eclesiástico y de expolio, vacante de este obispado, gobernador de la iglesia del Salvador. Carecemos de noticias sobre este arquitecto, si bien, suponemos que su intervención se realizaría con el beneplácito de la Academia, dado que uno de los logros del nuevo centro regulador de las manifestaciones artísticas durante el Despotismo Ilustrado fue restringir las actividades arquitectónicas a aquellos maestros que ya hubieran sido aprobados por otros académicos, con lo cual, se desarrolló uno de los problemas más importantes a los que tuvo que hacer frente la Academia: la escasez de arquitectos validados por la institución (Bédat 1989, 371–398).

Afortunadamente, el hecho de que la obra fuera continuamente reconocida por un perito, en nuestro caso Manuel López, nos permite conocer de cerca el estado en el que se desarrolló. Con fecha 23 de octubre del año 1790 se realiza un nuevo reconocimiento que nos acerca al momento en el que se encontraba la reforma en este instante y cuáles fueron las dificultades que fueron surgiendo:

La intervención que afectó de manera directa a la totalidad del templo consistía, tal y como hemos mencionado con anterioridad, en el cambio de su enlosado que se llevó a cabo, en función de los datos aportados por la documentación consultada, con mármol blanco y negro procedente de las canteras de Filabres (Almería) y Jaén.

A finales del año 1790 el estado de la obra era el siguiente: ya se encontraban fijadas y sentadas todas las losas del pavimento de la nave de la iglesia. Ésta estaba constituida por piezas blancas y negras colocadas alternativamente y de los mismos colores la figura o plan circular de la capilla mayor, con losas de menor tamaño y ordenadas conformando círculos concéntricos, con una disminución proporcionada, hasta terminar en el centro en un círculo pequeño que se encuentra adornado con un florón de jaspe negro, blanco y encarnado. Restaba aún por losar los dos suplementos que mediaban entre la circunferencia de la referida capilla mayor y el asiento de la reja que la divide de los demás del templo, además el pavimento de cuatro capillas.

Actualmente el enlosado se mantiene tal cual se dispuso en esta época. El cuerpo de la iglesia está conformado con losas blancas y negras con forma de rombos regulares de 58,5 cm de diagonal. Las capillas laterales presentan actualmente un enlosado heterogéneo, con losas de distintos tamaños, en la mayor parte de los casos conformando motivos geométricos, que en su mayoría se han conservado en un mal estado. Sin duda el motivo más sobresaliente se realizó en la capilla mayor, en donde el tamaño de las losetas se va reduciendo hasta llegar el elemento central: una doble estrella de ocho puntas conjuntada con mármoles que alternan las tres tonalidades recogidas en la documentación escrita. En la parte alta de la grada, las losas repiten los motivos del cuerpo de la iglesia, combinando los tonos blanco y negro, si bien, el tamaño de las piezas se reduce casi a la mitad, teniendo en cuenta las reducidas dimensiones de este espacio, que no llega a superar los 3 metros de profundidad.

El resultado parece que no agradó en absoluto a Antonio Ponz (1791,135–136) que manifiesta una vez más su enfado «al ver el desatino que han cometido con el nuevo enlosado de la Capilla Mayor o semicírculo, echando a perder excelentes piedras de mezcla que han puesto en perspectiva, quitándole esta virtud a los objetos reales, que sin ayuda de nadie, tales se representan siempre en nuestros ojos. No es porque la tal obrita no haya costado un dinero increíble. El único remedio que tiene este disparate es desenlosar, y hacer el pavimento como debe ser».

Las críticas de Ponz no fueron las únicas que se vertieron sobre el enlosado del Salvador, desde la revista Don Lope de Sosa se arremete fuertemente en contra de la propia Academia, al respecto de una losa de gran tamaño, blanca a través de la cual se produce el acceso a la cripta y que genera un destacado contraste con el resto de las piezas del enlosado, la citada crítica se realiza en los siguientes términos: «Esa losa de mármol blanco que cubre la entrada de la cripta sola y sin leyenda alguna repele toda la magnificencia de la capilla, convirtiendo lo que bajo ella se guarda en humildad y pobreza. No me explico cómo la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de donde tantas veces fueron y vinieron planos y dictámenes para la obra del Salvador y sus arquitectos visitaron, admiraron y ensalzaron la capacidad del arte de Vandelvira no a su voz para la defensa del mismo» (Campos Ruiz 1915, 338).

El resto de la obra del presbiterio en este momento se estaba iniciando, solamente se encontraban sentadas dos gradas. En la actualidad aún se conserva la grada con los siete escalones que aunque realza escasamente el espacio del presbiterio, puesto que apenas si se eleva hasta una altura de dos metros, consiguió aumentarse la anchura del presbiterio, a pesar de lo cual, aún se nos antoja bastante ridícula. En este espacio, aún se realizó una nueva elevación con la configuración de un pequeño escalón, de igual tamaño al de los proyectados en la grada, pero de escasas dimensiones, que apenas si permite emplazar en él una mesa de tamaño reducido.

De los aspectos más destacables de la obra, en función de las aportaciones documentales, que como veremos, no coinciden con la crítica, incidiremos en su profesionalidad, arreglo y firmeza en su ejecución, además de por la igualdad y el arreglo de unas piezas con otras, lo que hizo que inclusive se dijera que esta obra fuera considerada como una de las más dignas de entre las ejecutadas en los últimos años. El problema estético es uno de los más acuciantes a los que se ha enfrentado la capilla del Salvador, puesto que la majestad y la nobleza del edificio ha visto cómo los medios más serios y sencillos de la arquitectura fueron combinados con «garambainas» ridículas y ajenas. Todo ello motivó la transformación del plan inicialmente trazado en la iglesia consistente en la combinación de una serie de losetas pequeñas colocadas de modo que fingieran una multitud de escaleras que bien podían distraer al espectador del ambiente religioso del contexto espacial de la capilla del Salvador.

El beneficio de la reforma del plan inicialmente trazado posibilitó reducir el costo de las obras. Esto

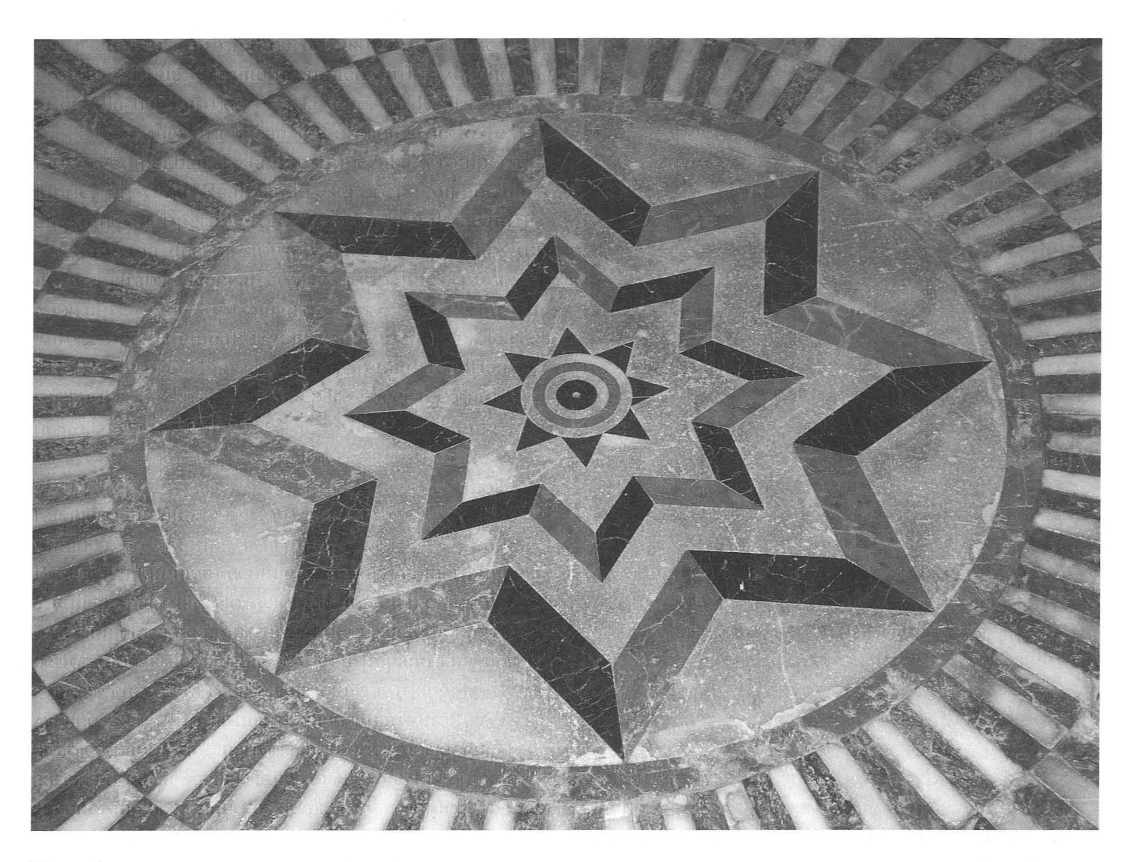


Figura 4
Detalle del enlosado de la capilla mayor del Salvador de Úbeda.

se materializa en una serie de cifras que hemos podido documentar. La cantidad ahorrada alcanzó casi los 14.000 reales, puesto que de los 20.000 reales presupuestados en la obra inicialmente trazada se redujeron a los sólo 6.000 reales gastados. Además restaba por sumar los beneficios que podría generar la venta de los materiales del destruido presbiterio, que, según la opinión del perito, bien podrían ascender a 4.500 reales.

Este aspecto de la economía y su relación con las manifestaciones artísticas es muy tenido en cuenta por la Academia de San Fernando, enormemente interesada en abaratar los gastos de la actividad arquitectónica, con el fin de lograr la pretensión económica de control absoluto sobre las Bellas Artes. La arquitectura era considerada como un arte útil, pero muy costoso. La idea de los académicos era la de relacionar los gastos innecesarios con la exagerada ornamentación barroca, tan empleada por los miembros de los gremios. (García Melero 1998, 287–342).

En la misma línea destacaremos las aportaciones realizadas por Claude Bédat (1989, 371–398) no sólo por lo costosa que resultaba la arquitectura barroca, sino porque parte de ese dinero se gastaba en monumentos que eran «el oprobio de la nación», refiriéndose no sólo a edificios de nueva planta, sino también al supuesto «envilecimiento» de las Catedrales e iglesias más ilustres de España, siendo uno de los casos destacados el de la capilla del Salvador a la cual nos estamos refiriendo en este trabajo.

A pesar del intento por fomentar el ahorro del gasto en las distintas manifestaciones artísticas, la prohibición de utilizar materiales perecederos, tales como la madera y la supresión por otros mucho más costo-

sos, como por ejemplo el mármol y el bronce hacían más difícil evitar gastos innecesarios a la hora de acometer las distintas intervenciones arquitectónicas.

Finalmente para que la culminación de la obra se realizara atendiendo al plan estipulado que hemos seguido gracias a las fuentes documentales, se dictaminaron una serie de reglas que debían seguirse escrupulosamente que aunque ya han sido adelantadas en la redacción de este trabajo, volvemos a reproducirlas, dado el interés mostrado hacia ellas por el perito que firma junto con el arquitecto responsable el contrato analizado. Las reglas fueron las siguientes:

1. Inicialmente el presbiterio fue proyectado con una elevación de cinco pies y ocho pulgadas para lo cual necesitaba de nueve gradas para subir hasta su cima. Esto ocasionaba que el espacio del presbiterio resultaba muy estrecho, lo cual fue motivo para reducir el número de escalones de la grada de nueve hasta los siete que hoy se conservan con el objeto de aumentar la anchura del espacio presbiteral, resultando un conjunto mucho más proporcionado, a la vez que se reducía el costo de las operaciones efectuadas.
2. Se especifica que en las peanas del altar mayor se aprovecharan las pocas piezas que se habían conservado para la realización de unas alfombras.
3. Los dos facistoles de bronce debían ser reducidos, colocándose en las barandas de los dos púlpitos dos águilas con dos piezas esféricas que las sostuvieran.
4. Las dos capillas de los pies de la iglesia debían enlosarse con las piezas sobrantes. Esto puede explicar que actualmente presenten un enlosado heterogéneo y bastante mal conservado.
5. Las peanas de los solares se debían solar con las mismas losetas que se estaban utilizando.

Nuevamente se indica que quedando todo arreglado con el mejor gusto y siguiendo las reglas de la considerada como «buena» arquitectura las obras podrían concluir en un plazo aproximado de unos 8 meses.

A comienzos del siglo XIX la obra ya se encontraba finalizada. A pesar de las críticas, parece que el proyecto planteado y reprobado por la Academia se había materializado, viniendo así a transformar un espacio en el que a pesar del clasicismo inherente a su estructura y ornamentación, típicamente vandelvirianas, los rasgos de la arquitectura de los siglos XVII y XVIII aún persisten. Lo que sin duda no puede ponerse en evidencia es la intervención de la Academia de San Fernando y su intento por centralizar y discernir las ideas arquitectónicas de esta centuria con el objeto de promover por todos los caminos posibles el adelantamiento de las Bellas Artes.

Notas

1. Actualmente apenas si se conserva nada ni de esta capilla ni de su iglesia, que fue abandonada y destruida durante el siglo XIX.
2. Archivo General de Andalucía (A.G.A.) Fondo: Sabiote y otros señoríos. Microfilm 484, 28–45. Sin Foliar (s/f).
3. A.G.A. Fondo: Sabiote y otros señoríos. Microfilm 484, 28–45. S/f.
4. Academia de San Fernando. Comisión de Arquitectura núm. 142, 29 de noviembre de 1798 (Úbeda). También citado en: Sambricio, Carlos. 1986, 395–398.
5. No hemos considerado interesante dado el carácter del trabajo, centrado en aspectos relativos a la historia de la construcción de la capilla del Salvador de Úbeda, incorporar las características del órgano encargado, conservadas en la documentación que hemos consultado.
6. A.G.A. Fondo: Sabiote y otros señoríos. Microfilm 484, 28–45. S/f.
7. A.G.A. Fondo: Sabiote y otros señoríos. Microfilm 484, 28–45. S/f.
8. A.G.A. Fondo: Sabiote y otros señoríos. Microfilm 484, 28–45. S/f.

Lista de referencias

Álvarez de Miranda, Pedro. 1992. *Palabras e ideas: El léxico de la Ilustración temprana en España. (1680–1760)*. Madrid: Ed. Gredos.

Arbaiza Blanco-Soler, Silvia. 1999. La Academia y la conservación del Patrimonio I. En *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*. Segundo semestre, núm. 89: 27–56.

Bédat, Claude. 1989. *La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*. Fundación Universitaria Española. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Campos Ruiz, Miguel. 1915. Úbeda la Sacra capilla del Salvador. *Rrevista Don Lope de Sosa*, 337–340.

Frank, Ana Isabel. 1995. *El Viage de España de Antonio Ponz*. Ed. Peter Lang.

Galera Andreu, Pedro Antonio. 2000. *Andrés de Vandelvira*. Madrid: Ed. Akal.

Galera Andreu, Pedro Antonio. 1979. *Arquitectura de los siglos XVII y XVIII en Jaén*. Granada: Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada.

García Melero, José Enrique. 1998. Orígenes del control de los proyectos de obras públicas por la Academia de San Fernando. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII, Historia del Arte*. 11: 287–342.

Keniston, Hayward. 1980. *Francisco de los Cobos, secretario de Carlos V*. Madrid: Castalia.

Martos López, Ramón. 1951. *La iglesia de El Salvador*. Úbeda.

Montes Bardo, Joaquín. 2002. *La sacra capilla de El Salvador: arte, mentalidad y culto*. 2ª ed. Úbeda.

Ponz, Antonio. 1791. *Viage de España, en la que se da noticia de las cosas más apreciables, y dignas de saberse, que hay en ella*. 16.

Ruiz Prieto, Miguel. 1982. *Historia de Úbeda*. «Pablo de Olavide» Asociación para la defensa del Patrimonio Cultural andaluz.

Sambricio, Carlos. 1986. *La arquitectura española de la Ilustración*. Madrid: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España y del Instituto de Estudios de Administración Local.

El hormigón armado y el desarrollo de la tipología laminar: la transformación del canon en la arquitectura moderna

Carmen Jordá Such

En 1914 Le Corbusier planteaba a través de su esquema Dom-ino (fig. 1) una estructura que, por una parte, estaba anticipando la solución de entramado ortogonal en hormigón armado de la mayoría de los edificios del siglo XX y, por otra parte, estaba facilitando el cumplimiento de sus célebres cinco puntos —publicados posteriormente— y, con ello, el desarrollo de la arquitectura moderna considerada canónica. Ahora bien, bastante más tarde, el mismo arquitecto estaría trabajando durante casi dos años aproximadamente —es decir, no se puede pensar en ninguna improvisación o inspiración repentina— en el proyecto para el Pabellón Philips (fig. 2) de la Exposición Internacional de Bruselas de 1958 y cuya compleja solución final, a partir de paraboloides hiperbólicos, revela que las tres décadas transcurridas entre las dos experiencias citadas habían marcado cambios sustanciales en el escenario arquitectónico; pero tantos cambios que resultan obligadas, entre otras, las siguientes consideraciones:

A la vista del formidable juego de formas alabeadas, ¿qué había sucedido con la cubierta plana, tan

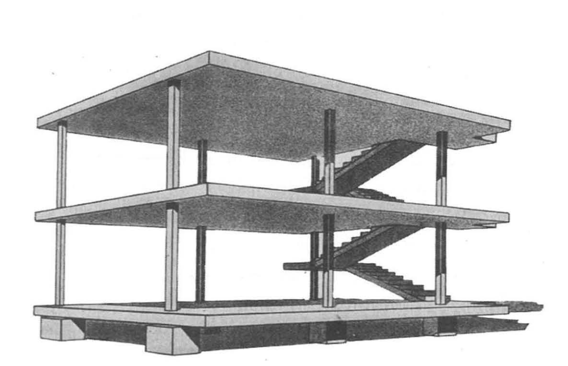
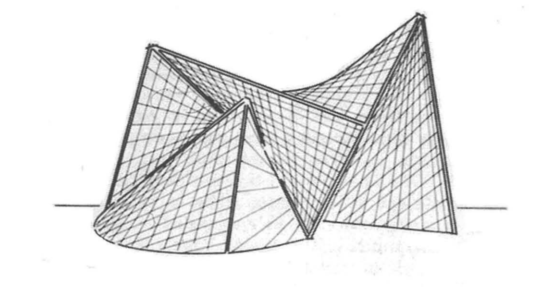


Figura 1
Esquema Dom–ino



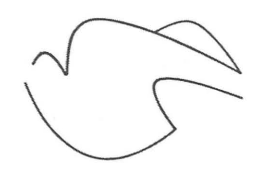


Figura 2
Pabellón Philips

ardorosamente defendida en el pasado? ¿En qué había quedado la conocida aspiración programática de la independencia entre sistema resistente y sistema de cerramiento? ¿Y la «fenêtre en longueur»? ¿Y los pilotis?. . . Ante la evidencia de los hechos que exhibe el Pabellón, también hay que preguntarse ¿por qué se estaba prescindiendo de tan poderosos símbolos de la modernidad?

La respuesta es sencilla: porque antes había aparecido, con creciente impacto posterior, una tipología estructural inédita, «las cáscaras», de grandes prestaciones resistentes que, además de su bajo coste,[1] permitían una extraordinaria variedad de soluciones geométricas, muchas desconocidas hasta entonces en el panorama internacional de la edificación. El tema lo habían introducido los ingenieros en los años veinte y, conceptualmente, se basaba en la contribución resistente de la forma; ésta posibilitada por la peculiar propiedad del hormigón armado de ser moldeable. De modo que ahora la forma constituiría la esencia de la capacidad resistente de ciertas obras y cabe intuir que semejante novedad, junto a la competitividad económica mostrada por el sistema, no debían pasar desapercibidas, máxime si proliferaban las construcciones laminares cuyas dimensiones eran cada vez más espectaculares[2] y cuya imagen, ante todo, se identificaba a través de una cubierta de gran ligereza.

Más allá de las proclamas modernas, forma y técnica se habían reunido con tal fuerza que el desarrollo del nuevo sistema portante iba también a transformar la expresividad arquitectónica. En ese contexto se sitúa, con todas sus particularidades, el Pabellón Philips, que se puede tomar como prueba del alcance de los cambios y es muy representativo en la medida en que consagra temas recurrentes de su tiempo: la geometría de los paraboloides hiperbólicos y el carácter estructural definido por una envolvente laminar (fig. 3).

Conviene advertir que las preferencias modernas se habían desplazado desde la ortogonalidad estricta del esquema Dom-ino hasta una fantasía escultórica poblada de curvas y, en el campo de las estructuras, se evidencia que el esqueleto resistente había sido sustituido por un planteamiento influido por la propagación de las cáscaras. Algo que también se podría observar en la evolución de la arquitectura internacional, contemplando el arco temporal que va de los años heroicos a los años 60. Por tanto, si se toma a

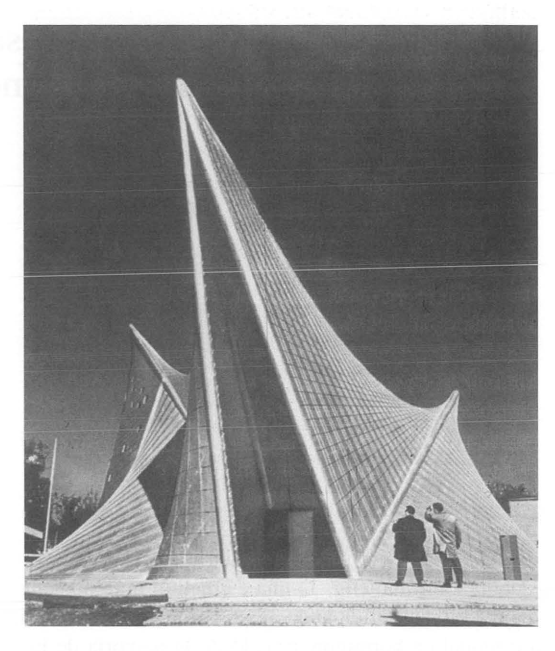


Figura 3
Pabellón Philips

Le Corbusier como síntoma, se debe indagar en el mundo de la técnica para entender las razones del cambio, puesto que no se trataba únicamente de un esporádico y aislado episodio arquitectónico.

En ese sentido, son significativos los argumentos del responsable del diseño técnico del Pabellón, Ian Xenakis, cuando con motivo del Catálogo para la Exposición del 58 daba explicaciones[3] sobre la obra, como si sintiera la necesidad de hacer comprender al gran público la novedad y pertinencia de sus formas. En efecto, defendía que las formas de doble curvatura[4] introducían un elemento innovador en la arquitectura moderna, opinando que sus propiedades resistentes eran la traducción directa de la geometría. Su discurso también ponía de relieve que se había encontrado una solución óptima para cubrir una determinada superficie con la mínima cantidad de material, afirmando que ese problema había impulsado, pocas décadas antes, importantes investigaciones científicas. Como complemento de estos comentarios y a modo de resumen, vale la pena entresacar de la citada publicación una frase entusiasmada del propio Le Corbusier dedicada a la figura del paraboloide hi-

perbólico: «¡Qué fantástico doble sentido tienen estas palabras!»

En definitiva, la atracción hacia las formas singulares que había propiciado el desarrollo de las cáscaras se había extendido por el mundo entre los arquitectos más reconocidos de la época, con la excepción de Mies van der Rohe que se mantuvo indiferente a la generalización del contagioso fenómeno.[5] En el listado habría que incluir, por ejemplo, a Eero Saarinen, Minoru Yamasaki, Ieoh Ming Pei y Kenzo Tange, autores respectivos de obras tan célebres como la Terminal TWA del aeropuerto J. F. Kennedy de Nueva York, las desaparecidas Torres Gemelas, el Banco de China en Hong Kong y el conjunto de edificios del Ayuntamiento de Tokio.

Hay que recordar que existen dos tipos básicos de edificación que, desde muy antiguo, se han mantenido sin modificaciones esenciales en cuanto al comportamiento estructural y que se conocen, o bien como «construcciones macizas», formadas por elementos de obra de gran volumen (paredes y bóvedas) que proporcionan resistencia y protección, o bien como «construcciones de entramado», formadas por un armazón o esqueleto resistente de elementos lineales (pies derechos, pilares, nervios, vigas, etc) y un relleno o forjado cuya misión es la de cerrar los huecos. Pero además hay que considerar un tercer tipo, el de las «construcciones laminares», formadas por elementos superficiales de poco espesor que a su vez desempeñan la doble función de resistir las cargas y de delimitar los espacios.

Se da la circunstancia de que, desde la noche de los tiempos, la estructuración con elementos laminares (losas, tabiques y cáscaras) la encontramos en la naturaleza bajo las más variadas morfologías (conchas de caracoles, paneles de abeja, cáscaras de huevos, corazas de insectos, etc), mientras que la civilización humana no produjo realizaciones de este último tipo, hasta que las consecuencias de la industrialización trajeron nuevas tecnologías que permitieron el desarrollo de un material como el hormigón armado, capaz de adoptar determinadas formas, con la condición de dar ésta al encofrado que lo contenga en estado fluido.

El primer tipo, es decir el de la construcción maciza, es susceptible de ser asociado a un elemento básico: el «bloque» pesado. El segundo tipo, el del entramado, estaría representado por un elemento más ligero, la «barra», que puede constituir un esqueleto, y el tercer tipo, como su propio nombre sugiere, hace de la «lámina» su elemento básico. En la naturaleza podemos encontrar los paradigmas más inmediatos de los tres casos anteriores; en efecto una roca, el tallo de un árbol y la cáscara de un huevo los simbolizan perfectamente. Del mismo modo, en arquitectura, la pirámide de Keops, la Catedral de Reims y el Frontón Recoletos nos trasladan respectivamente a las tres distintas tipologías estructurales mencionadas.

Conviene insistir en que tanto la construcción maciza como la construcción basada en la idea del entramado resistente han protagonizado, a lo largo de la historia, la edificación en general y la arquitectura en particular. Sin embargo, ya se ha señalado que este predominio claro se vio alterado en la década de los años veinte del siglo pasado con la aparición de una tipología absolutamente inédita en las obras humanas, aunque no así en la naturaleza. Así pues, las láminas representaron una revolución sin precedentes en la concepción y construcción de bóvedas, tanto que los milenarios sistemas constructivos de éstas, desde el momento en que surge la nueva tipología estructural, quedaron relegados a un segundo plano. Los nuevos conceptos estructurales que se introdujeron permitieron reproducir las antiguas formas, tradicionalmente construidas en piedra o ladrillo y, lo que es más importante, experimentar con otras formas hasta entonces inexistentes. Aunque, por otra parte, la ligereza de las construcciones laminares que constituye una característica esencial de las mismas, establece una diferencia básica de comportamiento estructural respecto a las bóvedas históricas, más allá de las semejanzas que son el fundamento de sus frecuentes comparaciones. Así, una bóveda cilíndrica de fábrica, apoyada en los extremos, es asimilable a una sucesión indefinida de arcos, mientras que una lámina cilíndrica también apoyada en sus extremos se comporta estructuralmente como una viga.

Entre los pioneros de la nueva tipología se encuentran los ingenieros alemanes Dischinger y Bauersfeld y el francés Freyssinet. Éste último adquirió un enorme protagonismo a través de sus espectaculares Hangares de Orly que ejercerían una notable influencia, inundando de parábolas el mundo de la arquitectura, claro está con la decisiva mediación de Le Corbusier, como se explicitará más adelante. De los ingenieros alemanes puede afirmarse que, con la cúpula del Planetario de Jena, iniciaron el camino de las cáscaras

casi inadvertidamente, resolviendo un programa funcional de menor escala, aunque para algo tan hermoso como recrear la bóveda celeste con sus constelaciones y estrellas, gracias a un invento óptico de la firma Carl Zeiss. Ciertamente, las instalaciones aeronáuticas y los planetarios se habían convertido en las primeras construcciones planteadas como cubiertas laminares.

Las aportaciones germánicas fueron de gran trascendencia en las primeras investigaciones sobre el cálculo de las cáscaras de hormigón armado y en la propia innovación constructiva que, tratándose de una tipología inédita, fue evolucionando desde las geometrías cilíndricas de curvatura simple, aunque con luces cada vez mayores, hasta formas más complejas de doble curvatura. Dentro de este panorama hay que considerar que la esfera o la solución hemisférica se adoptó en Jena para abordar excepcionalmente un programa que lo requería, mientras el resto de experiencias de los años veinte se refieren a geometrías cilíndricas o derivadas, como puedan ser los conoides o las cúpulas poligonales, que son intersecciones múltiples de cilindros. Pertenecen a este grupo los mercados de Basilea y de Leipzig. Incluso el Pabellón del Cemento para la exposición de Zurich, fue diseñado por Maillart, ya en 1939, mediante una cáscara cilíndrica de perfil parabólico. Debe reseñarse en este apartado la originalidad del ingeniero español Eduardo Torroja, avanzando hacia formas innovadoras y cuya temprana labor fue internacionalmente reconocida por el mérito de haber construido las primeras láminas en voladizo para las Tribunas del Hipódromo de la Zarzuela en Madrid.

Sin embargo, la interpretación de la influencia más directa sobre los arquitectos parece sugerir la huella de Freyssinet y concretamente los Hangares de Orly ya que, mientras se construían en 1922, la obra fue publicada por Le Corbusier en «L'Esprit Nouveau» con una fotografía verdaderamente difícil de olvidar por su enigmática y rotunda parábola (fig. 4). En efecto, el arco y la espectacular cimbra del arco siguiente forman una imagen muy poderosa que se adivina más impactante, tal vez, que la propia cubierta terminada con toda su monumentalidad. Por tanto, no resulta arriesgado aventurar que esta imagen parece evocada en alguna solución singular posterior, como la que presentaba el proyecto de Le Corbusier para el Palacio de los Soviets, cuyo concurso se convocó en 1931 (fig. 5).

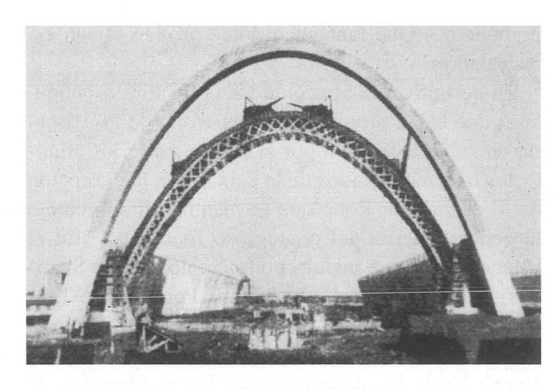


Figura 4
Hangares de Orly

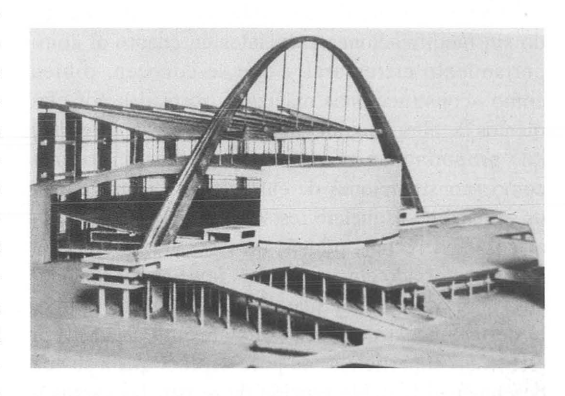


Figura 5
Proyecto para el Concurso del Palacio de los Soviets

Y tampoco debe olvidarse la gran aceptación que tuvo el perfil parabólico entre los arquitectos brasileños y, en general, entre los vinculados a Le Corbusier, que constituyeron un grupo cuyo foco de atención, por lo que respecta a referencias técnicas transformadas en referencias culturales, está en Freyssinet. El origen de la fortuna posterior de las formas parabólicas en arquitectura se encuentra en la Iglesia de San Francisco de Asís de Pampulha (fig. 6), que inauguraría una formidable familia de obras, entre las que se cuentan, además de las de Niemeyer como la anterior iglesia, las de Reidy (fig. 7) y alguna de Castro Mello (fig. 8). Así, el proyecto para el Estadio de Maracaná, ganador del concurso de 1941,

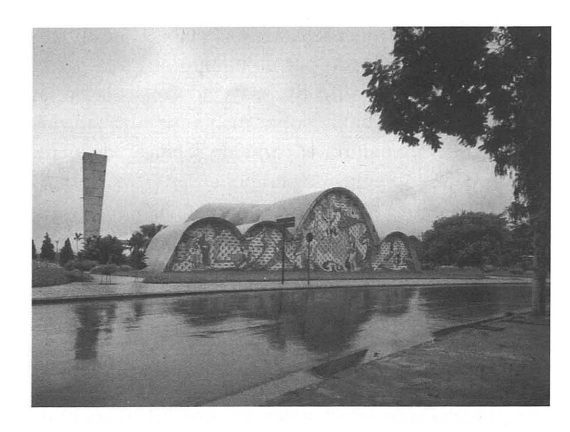


Figura 6
Iglesia de San Francisco de Asís en Pampulha



Figura 7
Conjunto Residencial Pedregulho

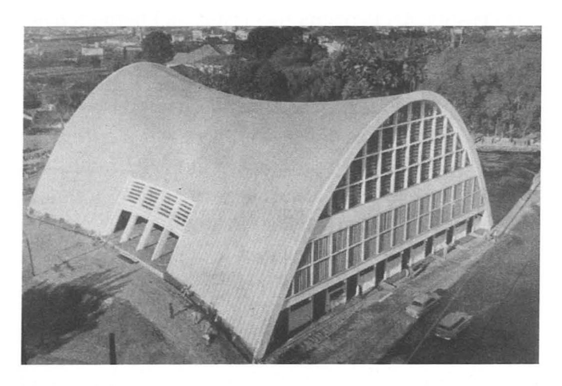


Figura 8
Piscina Cubierta en Sao Paulo

luce un significativo arco que en la realidad no se construyó. De nuevo Niemeyer, en la Catedral de Brasilia traza sus nervios blancos con un recuerdo claro de la misma figura. Y por cierto, tanto esta capital (fig. 9) creada ex-novo a mediados del siglo XX como Chandigarh (fig. 10), del mismo tiempo, informan con sus respectivos Parlamentos sobre la incidencia real de las formas o técnicas provenientes de la construcción laminar.

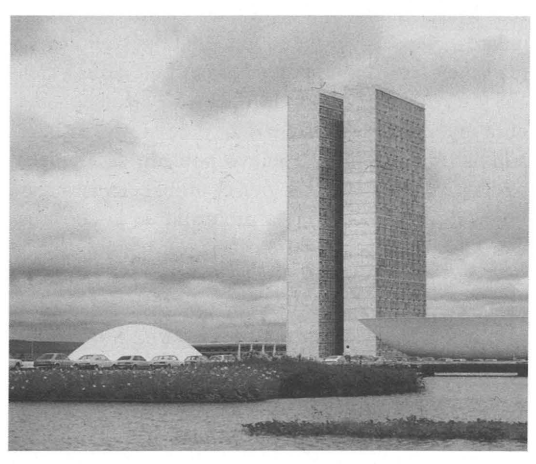


Figura 9
Conjunto Institucional en Brasilia

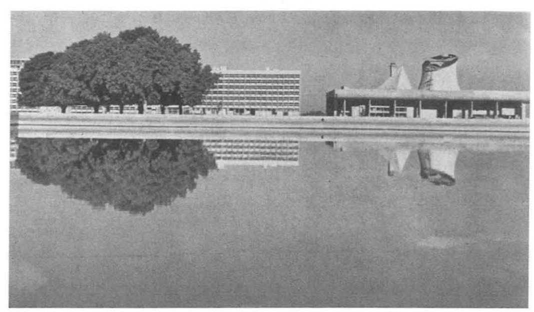


Figura 10
Asamblea de Chandigarh

Pero hay multitud de ejemplos, cuya procedencia es diversa y algunos deberían citarse. Como los que se refieren a la arquitectura doméstica, mostrando

que la propagación de las formas parabólicas no se limitaba a las grandes instalaciones, o a lo público. En efecto, el sistema Ctesiphon, patentado en 1941, tendrá gran aceptación para ser utilizado en la construcción rápida de casas baratas, consistiendo en una estructura de gran resistencia, formada por una delgada cáscara ondulada de sección parabólica, de modo que la cubierta es también la propia imagen de la obra. En España pertenecen a este tipo de construcciones las viviendas de Palma del Río, cerca de Córdoba, cuyo proyecto es de Rafael de la Hoz y José María García de Paredes, así como nuestras populares «Casitas del Perellonet» para pescadores, situadas en las proximidades de la Albufera de Valencia y cuyo proyecto es de Carlos de Miguel.[6] Otra obra que puede nombrarse dentro de la geografía española es la capilla del nuevo poblado de Valdecañas, proyectado en 1958 por el arquitecto Fernando Pérez Rodríguez Urrutia a propósito de la construcción del pantano homónimo en la provincia de Madrid. Es una pieza más que evidencia el éxito de los perfiles parabólicos en la década de los cincuenta, en este caso probablemente influida por la arquitectura brasileña.

En definitiva, parece que la parábola se había convertido en un tema recurrente de la arquitectura de entonces. Su uso podía presentarse directamente y configurando imagen, cuando la cubierta participaba en ello; aunque también se podía tratar de una evocación, más o menos identificable, en el alzado o en la planta. De todo hubo, porque la casuística es variada y se diría que Eero Saarinen tuvo una particular importancia en la difusión de los gustos durante aquellos años. Hay que recordar que en 1948 había proyectado lo que con el tiempo sería un auténtico símbolo, un monumental arco conmemorativo para la ciudad norteamericana de Saint Louis, en forma de parábola. Construido finalmente en 1963, presenta la particularidad de tener la misma anchura de base que altura, habiendo colaborado Fred Severud, el ingeniero noruego que había llevado a cabo la realización del importante proyecto de La Arena en Raleigh, cuyo autor era el malogrado arquitecto Nowicki.

La enorme influencia de Eero Saarinen, sin embargo, se extiende más allá de la repercusión —que fue considerable— de sus propias obras, al tener un decisivo protagonismo en el fallo de dos concursos internacionales, convocados ambos con la diferencia de un año. En 1958 tuvo lugar el del Ayuntamiento de Toronto, en cuyo jurado también estaba Ernesto Rogers, y que fue ganado por un equipo dirigido por el finlandés Viljo Revell.[7] Su proyecto consistía en un podio de cinco plantas sobre el que se alzaban dos torres de distinta altura, a partir de sendas plantas resueltas con segmentos de parábola. Pero su singularidad viene de que, por primera vez, se iba a materializar un edificio administrativo en altura planteado para resistir los empujes del viento empleando la construcción laminar,[8] pero no siguiendo las pautas establecidas, sino que sus dos cáscaras cilíndricas enfrentadas están colocadas en vertical, de modo que las losas de los forjados de las dos torres se convierten en elementos rigidizantes. El otro concurso, el de la Ópera de Sydney, es de sobra conocido en toda su polémica y cambios respecto al diseño presentado por Utzon, cuyos atractivos perfiles parecían segmentos de parábola muy libremente dibujados. La escultórica obra, concluida gracias a la colaboración de Ove Arup, suele ser utilizada para representar la arquitectura de las formas, característica de mediados del siglo XX.

Como se ha indicado, otro aspecto importante respecto a la influencia de la tipología laminar en la cultura arquitectónica se relaciona con el paraboloide hiperbólico y en ese campo concreto es de justicia mencionar a Félix Candela, pues, no sólo fue el constructor más prolífico con esta geometría o sus combinaciones y el que más metros cubrió con ella, sino que además y como se ha reiterado supo extraer todas sus posibilidades a partir del conocimiento profundo del comportamiento resistente. Simplificó los cálculos manteniendo el rigor científico y defendió el criterio estático atendiendo a la sencillez conceptual y a que cuestionaba la respuesta elástica del hormigón armado. Candela había alcanzado con este material, además del prestigio, el máximo nivel en sus aportaciones, de modo que no resulta difícil adivinar y justificar su nivel de influencia internacional. La gran difusión que tuvo la figura del paraboloide, implicaría numerosos símbolos construidos, entre ellos la Embajada de los Estados Unidos en Bagdad de José Luis Sert (1955–1961), el Pabellón Philips de Le Corbusier (1956–1958) y la Catedral Católica de Tokio de Kenzo Tange (1964), obra que parece despedir brillantemente[9] —en todos los sentidos— el éxito temporal de las geometrías regladas en arquitectura.

Recapitulando para concluir, los años 50 fueron la época de mayor esplendor y difusión de la tipología

laminar: las realizaciones de Candela en México; de Villanueva (fig. 11) en Venezuela; de Reidy y Niemeyer en Brasil; de Saarinen y Yamasaki en Estados Unidos; de Laffaille, Esquillan, Breuer y Zehrfuss en Francia; la convocatoria del Concurso de la Ópera de Sydney y el Pabellón Philips, son algunas de las experiencias más conocidas. En este sentido y con una situación propicia, se entiende el reconocimiento internacional del que disfrutaba Félix Candela, así como el grado de seguridad que había adquirido en sus originales y radicales planteamientos; tanto respecto a la realización de cáscaras como a sus ideas sobre la historia de la construcción, el hormigón y los procesos de ideación de estructuras y formas.



Figura 11
Estadio Olímpico de Caracas

La Exposición de Bruselas de 1958 fue un escaparate que mostró cómo la construcción laminar había llegado a un punto de inflexión, ya que mientras se sucedían excelentes realizaciones que han definido el espíritu de una modernidad preocupada por la forma y los problemas relacionados con la investigación plástica, iban apareciendo otras variantes tipológicas que, en primer lugar coexistirán con las láminas de hormigón armado y que, incluso, adoptarán sus formas pero que, finalmente, terminarán desbancándolas.

Respecto a las nuevas formas y tecnologías constructivas, tuvo mucha importancia el joven arquitecto, prematuramente desaparecido, Matthew Nowicki, cuyo proyecto para la Arena de Raleigh (fig. 12), fue copiado y reinterpretado hasta la saciedad. Se trataba de la primera experiencia de una cubierta suspendida —otro paraboloide hiperbólico— cuyo principio estructural inspiró las cubiertas de algunos pabellones de la Exposición de Bruselas de 1958, como la del Pabellón de Francia, obra de Sarger, discípulo de Laffaille. La obra supuso la consagración de esta variante tipológica, a partir de ahora mucho más frecuente que las cáscaras de hormigón armado que, lejos de desaparecer del todo, aún se mantendrán algún tiempo.

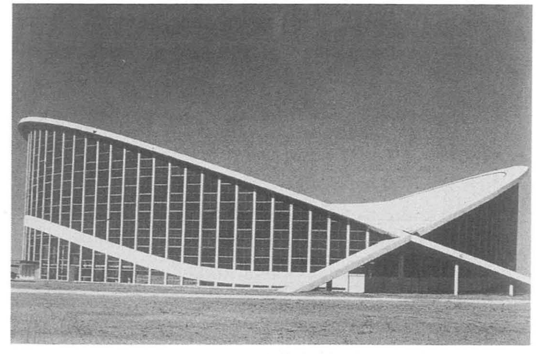


Figura 12
La Arena de Raleigh

El último periodo abarca, sobre todo, los años 60 aunque, en realidad, son escasas las referencias a la construcción laminar que van más allá de 1965. Como se ha apuntado, tras la Exposición de Bruselas la tipología laminar había alcanzado su cénit. Se trataba de una tipología consolidada y ampliamente difundida en el panorama arquitectónico internacional. En realidad, su tecnología ya estaba desarrollada desde mediados de la década de 1950 y, como prueba, basta citar la espléndida Planta Embotelladora Bacardí (1959–60) de Félix Candela, donde el arquitecto, partiendo de una experiencia previa de Yamasaki, introdujo el «borde libre», un refinamiento a la vez expresivo y estructural.

Desde 1958 hasta, aproximadamente 1965, las cáscaras comparten protagonismo con nuevas investigaciones que llevan a la práctica variantes tipológicas como las cubiertas suspendidas pretensadas, o nuevas estructuras como las espaciales, las traccionadas, las cúpulas geodésicas, y nuevos materiales como los aceros de alta resistencia, las aleaciones metálicas o los plásticos y textiles sintéticos. Puesto a disposición de los arquitectos, este bagaje técnico

había posibilitado la eclosión de nuevas formas que, a las ya características superficies propias de las construcciones laminares, se unían las derivadas de nuevas investigaciones estructurales. Poco a poco, estas últimas desplazarán a las cáscaras y láminas de hormigón armado que, aunque en esta época influyen con obras fundamentales, terminarán desapareciendo.

Durante el periodo de coexistencia (1958–1965) la profusión de formas cada vez más complejas y de obras cada vez más monumentales suscita una crítica que queda recogida en numerosos textos, entre ellos los producidos por Candela, donde ataca el formalismo contraproducente en que habían caído los arquitectos que, lejos de dominar la técnica y los nuevos medios constructivos se habían dejado arrastrar por ellos sin producir reflexiones arquitectónicas válidas. Quedaba ya muy alejada la época heroica de los años 30 y 40, caracterizada por la audacia e intuición de los grandes pioneros —ingenieros en su mayoría— y por la consideración de una filosofía estructural creadora de formas.

Las anteriores circunstancias pueden seguirse a través de eventos tan importantes como la Olimpiada de Tokio (fig. 13) de 1964, la Exposición Internacional de Montreal de 1967 o la Olimpiada de Munich de 1972. Recorriendo estas celebraciones se constata el desplazamiento del interés, antes centrado en las cubiertas suspendidas, hacia los cables y telas traccionadas de Frei Otto (fig. 14), o hacia las estructuras espaciales; hecho que certificaba el fin de la tipología laminar.

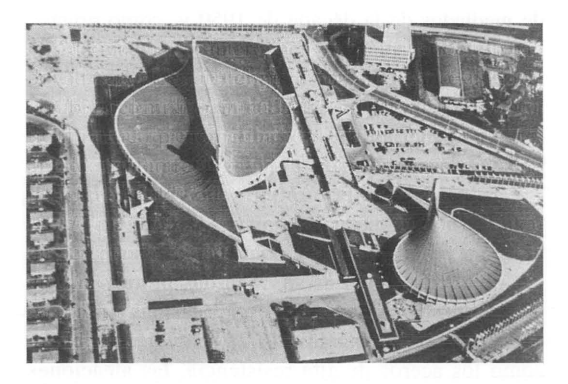


Figura 13
Pabellones Olímpicos de Tokio

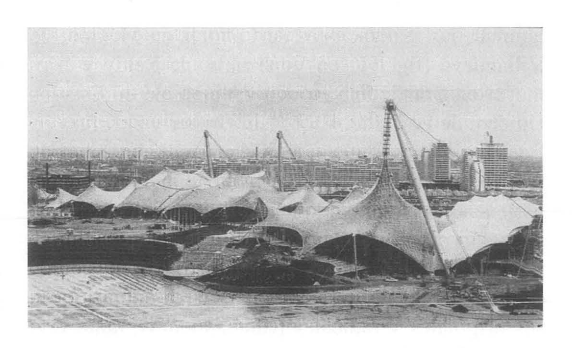


Figura 14
Instalaciones Olímpicas de Munich

Notas

1. La economía de las cáscaras va muy ligada al coste de los encofrados y de la mano de obra. Mientras éstos se mantuvieron bajos, la nueva tipología se fue expandiendo y cuando, en los años sesenta, se produjo una subida de costes generalizada, la construcción laminar languideció hasta desaparecer prácticamente. Es muy ilustrativa, al respecto, la historia de Félix Candela con su empresa familiar «Cubiertas ALA», radicada en México aunque con obras por diferentes países americanos. Curiosamente también la compañía de los Guastavino tuvo su final en la misma época y por motivos parecidos, con independencia de que su especialidad —bóvedas tabicadas— y materiales de trabajo —cerámica— fueran diferentes de las técnicas y características del hormigón.
2. En menos de cinco años se pasó de una luz de 10 metros de diámetro, que presentaba una cúpula experimental, a los 60 metros de la cúpula del Mercado de Basilea y a los 76 metros de las dos cúpulas gemelas del Mercado de Leipzig. Todas ellas fueron construidas por la empresa alemana Dyckerhoff und Widmann, poco antes de 1930. Ver: Picon, Antoine (dir.). 1997. *L'art de l'ingénieur,*149–150. París: Centre Georges Pompidou.
3. Iannis Xenakis. En Le Corbusier *et lab.* 1958. *Le Poème Électronique.* Paris: Les Éditions de Minuit. Fondation Le Corbusier. (Sin numeración de páginas). Traducción propia.
   Entre los colaboradores que tuvo Le Corbusier para llevar a cabo el encargo de la casa Philips —que se había concretado en 1956— para la exposición de Bruselas, es determinante la aportación del arquitecto y músico griego Xenakis ya que, además de ser el compositor del interludio sonoro del contenido audiovisual del progra-

ma, supo investigar lo suficiente hasta llegar a la singular solución del Pabellón, consistente en una red de cables que tensaban una estructura —piel de piezas prefabricadas de hormigón.

4. Las bóvedas de doble curvatura generalmente están constituidas por superficies regladas, como conoides, hiperboloides o paraboloides. Félix Candela consideraba las superficies de doble curvatura las más apropiadas para construir cáscaras, y es de sobra conocida su predilección hacia el paraboloide hiperbólico, debido a las posibilidades que descubrió en esta figura, contribuyendo a popularizarla gracias al método de cálculo simplificado que desarrolló.
   Las superficies de doble curvatura se clasifican en sinclásticas, cuando las dos curvaturas principales en cada punto están dirigidas en el mismo sentido, y anticlásticas, cuando las curvaturas principales van dirigidas en sentidos opuestos, como ocurre en la silla de montar.
5. El trasvase cultural que se puede observar desde el mundo de la ingeniería hacia la arquitectura, respecto al impacto de la tipología laminar, no ha sido considerado por la crítica especializada para interpretar los cambios operados a mediados del siglo XX. Esta situación ha motivado que dedique recientes trabajos al tema, donde he tratado de pormenorizar ciertas experiencias de los arquitectos más destacados, rastreando sus posibles fuentes de inspiración. Ver en Jordá, Carmen, ed. 2000, *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado*. Universidad Politécnica de Valencia 2002, los capítulos titulados «Experimentando con el hormigón»; «Estructura, forma y expresión»; y «Los arquitectos y la irresistible atracción de las cáscaras».
6. «Viviendas Ultrabaratas en Córdoba» y «Viviendas de pescadores en el Perellonet», en *Revista Nacional de Arquitectura*, 135 (marzo 1953).
7. *Cuadernos de arquitectura y urbanismo,* 34 (1958)
8. Siegel, Curt. [1960] 1967. *Formas estructurales en la arquitectura moderna,* 223. México D.F.: Compañía Editorial Continental (*Strukturenformen der Moderne Architektur,* München: Verlag Georg D.W. Callwey)
9. La envoltura exterior de sus ocho paraboloides hiperbólicos es de acero inoxidable sobre el hormigón armado, cuyos acabados protagonizan los interiores.

Los artífices de la construcción del monasterio alto de San Juan de la Peña (Huesca) durante los siglos XVII y XVIII

Natalia Juan García

El monasterio alto de San Juan de la Peña (Huesca) debe su construcción a un hecho accidental. Lo cierto es que fue en el año 1675 cuando el viejo cenobio románico sufrió un grave incendio que causó la desaparición de buena parte de las edificaciones medievales y obligó a los monjes a levantar una nueva fábrica conventual en una pradera cercana.[1] Las obras del nuevo conjunto monástico, el llamado monasterio nuevo o alto de San Juan de la Peña, se iniciaron en el llano de San Indalecio en el último cuarto del siglo XVII y se prolongaron a lo largo de todo el siglo XVIII y parte del XIX. La construcción de este conjunto monástico fue lenta, larga y muy costosa.[2] Además, a pesar de todos los esfuerzos que realizaron los religiosos, el nuevo monasterio no llegó a concluirse tal y como estaba previsto en el proyecto original.

La historia constructiva de este monasterio puede ser estudiada gracias a que se han conservado dos Libros de Fábrica, varias descripciones y otros muchos documentos. El estudio y análisis de toda esta documentación nos permite conocer con detalle no sólo el proceso de edificación del conjunto, sino también la larga nómina de monjes, arquitectos, maestros de obras, ingenieros, obreros, albañiles, escultores, pintores y carpinteros que participaron, en mayor o en menor medida, en su fábrica y cuya labor constructiva queremos recoger aquí.[3]

Hay que señalar que unos meses antes de que comenzaran las obras se mandó examinar el terreno al ingeniero Melchor Luzón (1625–1698).[4] Este ingeniero fue el encargado de «reconocer el puesto»[5] en el que se iban a levantar las nuevas obras y estudiar la mejor manera de «disponer la fábrica»[6] arquitectónica. Melchor Luzón aunque era natural de Calamocha (Teruel) pasó gran parte de su vida en Murcia y fue allí donde desarrolló prácticamente toda su actividad profesional. En la trayectoria de este ingeniero se pueden diferenciar tres etapas.[7] En la primera etapa de su vida profesional, Melchor Luzón destacó principalmente como ingeniero de obras hidráulicas construyendo presas y estudiando el desvío de algunos ríos. Se inició en esta etapa en el año 1650 cuando estuvo trabajando en obras hidráulicas en Murcia para reparar los daños sufridos en la inundación sufrida aquel año en la ciudad. Dos años más tarde se fue a Lorca para trabajar en la construcción de una presa para conducir el agua del río Guadalentín. En 1653 se trasladó a Sevilla aunque muy pronto fue requerido de nuevo en Lorca para la construcción del acueducto de Las Canales cuyas obras comenzaron un año más tarde (Segado 1986, 414–15).

En la segunda etapa de su vida desarrolló su labor profesional como escultor y arquitecto. Sabemos que ya en el año 1658 estaba participando en la construcción de la Colegiata de San Patricio de Lorca. Algunos años más tarde, entre 1661 y 1669 trabajó en la construcción del Santuario de la Vera Cruz de Caravaca en Murcia en el que Luzón fue director de la obra. En este mismo periodo estuvo trabajando en la construcción de la Catedral de murciana en 1663 y dos años después en la iglesia

del convento de las Claras también de Murcia (Segado 1986, 416–17).

Curiosamente, Melchor Luzón en la tercera etapa de su vida profesional combinó las dos actividades que años antes había practicado, esto es, la de ingeniero hidráulico y la de arquitecto-escultor. De esta etapa son obras como la derivación del río Sangonera proyecto que realizó en 1672 pero que, finalmente, no llegó a ser ejecutado. También pertenece a esta etapa la colaboración que hizo ese mismo año para la traza del Puente de Toledo en Madrid que realizó junto a Gaspar Peña, así como la visura para controlar las obras de remodelación de la iglesia de Santiago de Jumilla (Murcia) en el año 1673. En 1675 realizó unas obras en Jumilla donde permaneció hasta que en 1681 se trasladó a Calamocha. Es posible que durante los cinco años que estuvo en Calamocha acometiese obras como la capilla de Nuestra Señora de los Ángeles del convento franciscano de San Roque de Calamocha y la ejecución de las trazas de la Capilla de la Concepción del mismo convento (Segado 1986, 418–19). En el año 1686 Melchor Luzón regresó a trabajar a Murcia donde se pueden documentar algunas obras en el obispado las cuales se prolongaron hasta 1694. En 1696 fue a Lorca y a Yecla, un año más tarde fue requerido a trabajar por los Jerónimos de Nora (Murcia) para conducir agua del azarbe hasta las tierras de estos religiosos en Urdienca. Sin embargo, por lo que nos interesa el ingeniero Melchor Luzón es, fundamentalmente, por su participación en las obras del monasterio alto de San Juan de la Peña. Es posible que esta labor centrada en el reconocimiento del lugar y el terreno en el que iba a ser emplazado el nuevo monasterio, la acometiese entre febrero y abril de 1675 (fig 1).

En este estudio sobre los artífices que participaron en la construcción del monasterio nuevo de San Juan de la Peña debemos hacer alusión, cómo no, al arquitecto que diseñó el proyecto original. Es preciso señalar que fue la propia comunidad de religiosos la que confió en el criterio y en la elección del arquitecto de Jaca Pedro Tornés el cual pertenecía a una de las más importantes sagas de arquitectos jacetanos, como era la familia Tornés.[8] Pedro Tornés fue a

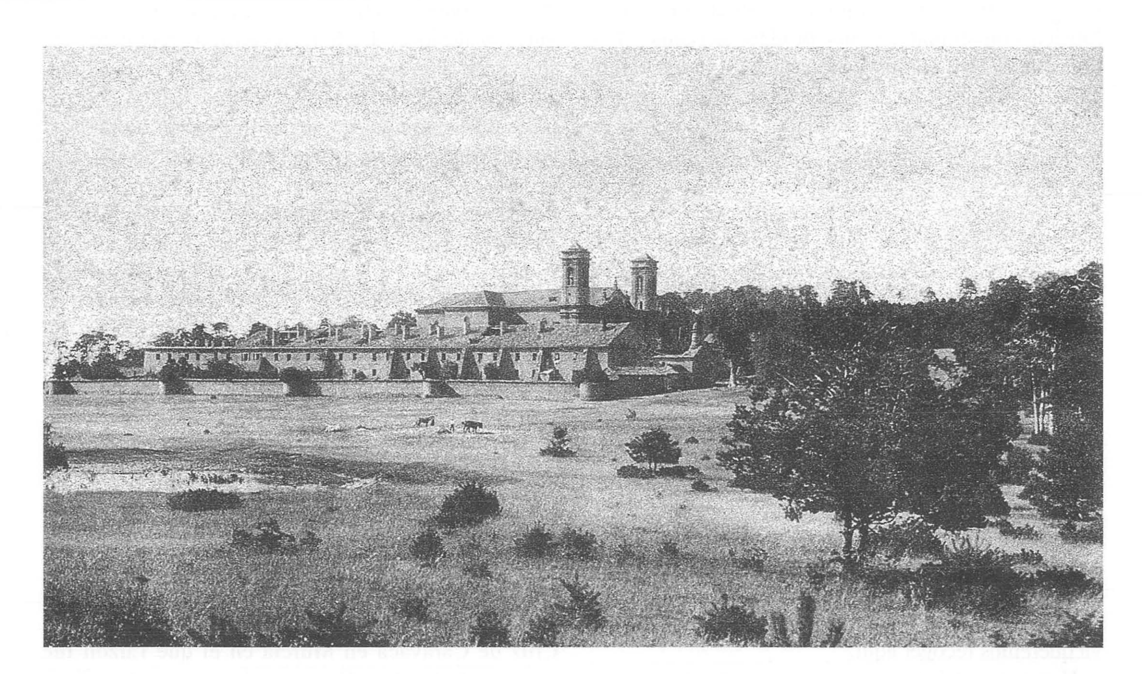


Figura 1
Pradera de San Indalecio donde se levantó el monasterio alto de San Juan de la Peña. Archivo de la Diputación Provincial de Huesca, Vallés 66, aprox.1925.

quien se encomendaron los monjes de San Juan de la Peña para que se trasladase a Zaragoza a buscar a un maestro de obras que diseñase la planta del nuevo conjunto monástico. El arquitecto elegido por Tornés fue el zaragozano Miguel Ximenez[9] (1644–1714), quien realizó en el año 1675 la traza de la que fue su primera obra de carácter monástico, el monasterio nuevo de San Juan de la Peña. Al parecer, debido al éxito y prestigio que alcanzó con esta obra, Miguel Ximenez fue requerido posteriormente por otras comunidades religiosas de la capital aragonesa para trabajar en sus conventos.

El arquitecto Miguel Ximenez fue miembro de la cofradía de maestros albañiles de Zaragoza desde, por lo menos, el año 1677 bajo la cual se le encargaron diferentes proyectos tanto de construcciones civiles como obras religiosas. Su carrera profesional la podemos diferenciar en dos etapas. La primera etapa (1667–1677) se caracteriza por el hecho de que este maestro de obras realizó única y exclusivamente encargos para clientes particulares. Tenemos documentada la labor profesional de Miguel Ximenez desde el año 1667 fecha en la que trabajó, junto con el maestro de obras José Antonio de Mur, en la casa del Doctor Lamberto Asunción de la calle Predicadores de la parroquia de San Pablo de Zaragoza.[10] Y algunos años más tarde, en 1671, Miguel Ximenez midió junto con Nicolás de Bierlas la altura de las casas propiedad del cirujano Pedro Busiñac y Borbón de Zaragoza (Bruñen, *et al.* 1987, 139).

En cambio, en la segunda etapa de su carrera profesional (1678–1696) Miguel Ximenez destacó por desempeñar tres facetas diferentes ya que trabajó tanto en conjuntos conventuales como en obras para clientes particulares y en la construcción de iglesias parroquiales.

En relación a su participación en obras conventuales sabemos que participó en tres conjuntos además del de San Juan de la Peña. Efectivamente, en el año 1678 Miguel Ximenez trabajó en la construcción de unos aljibes para el convento de Nuestra Señora del Carmen de Zaragoza.[11] En 1692 Miguel Ximenez reformó el claustro y la fachada de la iglesia del convento de San Antonio Abad de Zaragoza y dos años después, en 1694, trabajó en el convento de Santa Rosa de Zaragoza (Almería, *et al.* 1983, 183–84).

De su faceta como arquitecto de encargos para clientes particulares sabemos que en 1679 hizo una tasación junto con Bernardo Mondragón y Juan de Elizalde en unas casas propiedad de José Sánchez[12] y en ese mismo año trabajó junto con Gaspar Serrano Son en la casa del mercader Juan de Pla y en la del infanzón Esteban Gan ambas en la capital aragonesa. En 1681 Miguel Ximenez tasó, junto con Miguel Sanclemente, una porción de rambla junto al río Ebro[13] y en aquél mismo año trabajó para José López Galván y Bayetola cliente para el cual volvió a trabajar de nuevo seis años más tarde en unas casas que éste poseía en la calle de Santa Cruz de Zaragoza (Almería, *et al.* 1983, 183).

Como arquitecto de iglesias parroquiales de Zaragoza destaca la labor que Miguel Ximenez acometió en 1680 junto con Pedro Martínez en la traza de la nueva iglesia de Santiago en la calle de San Gil[14] o la que desempeñó en 1685 como director de obras del proyecto de la nueva iglesia de San Felipe (Martínez Verón 1983, 173–82).

Entre 1685 y 1886, Miguel Ximenez acometió la visura de la ejecución de los cimientos de la Torre Nueva y los de la torre de la iglesia de San Pablo para poder valorar los que había proyectado Gian Battista Contini para levantar la nueva torre de la Seo zaragozana. En ese mismo año de 1686 Miguel Ximenez junto con José de Borgas, Pedro Cuiero, y Gaspar Serrano presentaron las medidas de la Torre Nueva y de la de San Pablo ambas de la capital aragonesa (Almería *et al.* 1983, 183).[15] En 1693 trabajó en el Hospital de Gracia de Zaragoza y entre 1693–1694 estuvo junto con otros maestros como Pedro Salado, José de Borgas y Gaspar Serrano trabajando por encargo del arzobispo de Zaragoza Antonio Ibañez de la Riba para asesorar las obras que se iban a ejecutar en la nueva fábrica del templo del Pilar de Zaragoza según el diseño de Francisco de Herrera.[16]

Además de todas estas obras en las que trabajó Miguel Ximenez se han encontrado datos que confirman su participación en otras por las cuales percibió una importante cantidad de dinero, aunque no se sabe en que consistió exactamente su labor. Se trata del trabajo que realizó Miguel Ximenez en el año 1689 para el Marqués de Villaverde y para el Conde de Morata, así como otro trabajo que realizó en el año 1692 para el Marqués de San Martín.

En cualquier caso, por lo que nos interesa Miguel Ximenez es por ser el autor del diseño de la traza del nuevo monasterio de San Juan de la Peña en el año 1675 por la cual recibió 726 libras jaquesas 10 sueldos y 14 dineros, más 50 libras jaquesas que percibió

años más tarde en 1693 por hacer en exclusiva la traza de la iglesia.[17] Como fechas límites para datar la ejecución de su traza para San Juan de la Peña tenemos la fecha del incendio, la madrugada del 24 de febrero de 1675, y abril de ese mismo año, cuando comenzaron las obras en el nuevo conjunto pinatense. Como acabamos de comprobar, la ejecución de la planta del monasterio nuevo de San Juan de la Peña no es la primera obra que realizó este arquitecto sino que años antes, desde 1667, ya había trabajado en la construcción para clientes particulares. Sin embargo, debe subrayarse que el diseño de la planta del monasterio nuevo de San Juan de la Peña fue la primera construcción monástica que realizó Miguel Ximenez a la que, posteriormente, siguieron los otros encargos de órdenes religiosas.

Cuando habían transcurrido tan sólo diez años desde el comienzo de las obras del nuevo monasterio de San Juan de la Peña, la comunidad de monjes pinatenses recibió, en diciembre de 1686, la visita del arquitecto y erudito Francisco Joseph Artiga (1650–1711). Este oscense desempeñó a lo largo de su vida muchos y diferentes oficios.[18] Fue matemático, profesor, arquitecto, pintor, literato, astrónomo[19] y llegó a ser Catedrático de la Universidad de Huesca. A lo largo de su trayectoria profesional como arquitecto realizó dos importantes obras, el proyecto del primitivo Pantano de Arguís (Huesca) realizado entre 1687 y 1704 (Ponz [1787] 1972, 97–8) y el edificio de planta octogonal de la Universidad Sertoriana de la capital oscense que ejecutó en 1690 (Martínez Verón 2001, 1: 42).[20] Pero la labor que nos interesa señalar aquí es la vinculación que tuvo Francisco Joseph Artiga con el monasterio de San Juan de la Peña cuya presencia en este enclave es anterior a estas dos obras (fig 2).

La participación de Francisco Joseph Artiga en San Juan de la Peña se basa, principalmente, en realizar por recomendación del Duque de Hijar la «descripción del sitio, forma y disposición del nuevo monasterio»[21] que dio lugar a la redacción de un informe sobre sus obras. La verdad es que el fin de este informe no era únicamente conocer en qué avanzado estado de construcción se hallaban las obras sino remitirlo después al rey Carlos II con el objetivo de que se concediera una importante medida económica con la que poder financiar las obras de este nuevo conjunto monástico. Aunque si bien es cierto la descripción de Artiga no quedó en una mera redacción teórica sino que llevó consigo algunas modificaciones prácticas. Nos estamos refiriendo a la propuesta que Artiga llevó a cabo al idear un sistema de captación y abastecimiento de agua mediante la construcción de un aljibe en el centro del claustro como sistema de recogida de líquido que no había ideado Miguel Ximenez en el proyecto original.

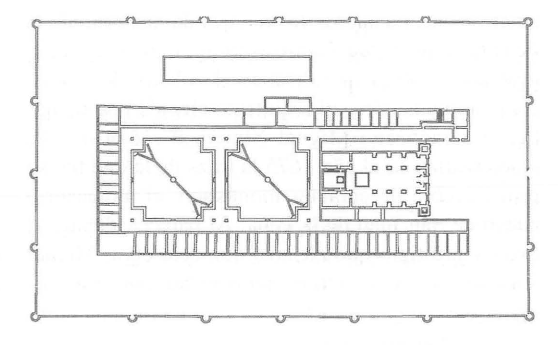


Figura 2
Planta de San Juan de la Peña según la descripción de Francisco Joseph Artiga en 1686. Planimetría levantada por Natalia Juan García

Justo un año después de la visita de Artiga en San Juan de la Peña en 1686, el arquitecto Pedro Tornés hizo lo mismo. Ciertamente, los monjes volvieron a confiar en la profesionalidad del perito Pedro Tornés quien ya había trabajado antes para los monjes, pues además de que fue el encargado de derribar, reparar y rehabilitar el monasterio bajo inmediatamente después de que sucediera el incendio que acabó con buena parte de aquellas viejas edificaciones,[22] también fue quien en 1675 se trasladó hasta la capital aragonesa en busca de un arquitecto que diseñara la traza del nuevo conjunto que se quería levantar. Pues bien, años más tarde, en 1687 Pedro Tornés se trasladó a San Juan de la Peña, enviado esta vez por la Casa Real, para hacer un nuevo reconocimiento de las obras ya que, al parecer, el informe que había realizado el erudito oscense un año antes no había resultado favorable para que el rey concediese la referida medida económica con la que financiar las obras de construcción del nuevo monasterio.

Más de medio siglo después, en 1737, los religiosos recibieron la visita de otro arquitecto. En esta ocasión fue el perito Joseph Tornés,[23] maestro de obras natural de Jaca y a la sazón familiar del que

acabamos del arquitecto que acabamos de citar, el elegido para realizar un reconocimiento de las obras para poder emitir, posteriormente, un informe sobre las mismas a la Casa Real. El profesor de matemáticas y maestro de obras Joseph Tornés redactó, tras inspeccionar las obras de San Juan de la Peña, un valioso documento en el que señalaba los trabajos que se habían llevado a cabo e indicaba los que faltaban por realizar para dar por acabadas las obras en el monasterio alto de San Juan de la Peña según el plan previsto[24] (fig 3).

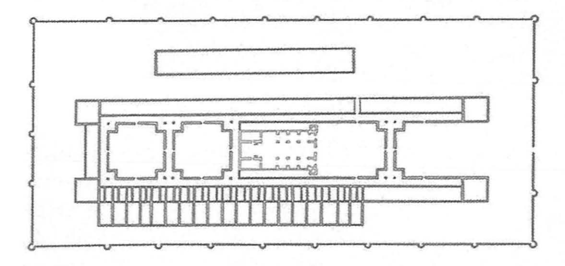


Figura 3
Planta del monasterio alto de San Juan de la Peña según la descripción de Joseph Tornés en 1737

Después de la visita de Joseph Tornés continuó la labor constructiva en el monasterio de San Juan de la Peña y, durante la segunda mitad del siglo XVIII, las obras estuvieron dirigidas por diferentes profesionales siendo el principal el maestro de obras Antonio Ibarvia[25] que junto con su hermano Benito y su hijo Miguel Antonio se encargaron de controlar la buena marcha de las obras en la nueva fábrica arquitectónica. Las obras en el nuevo conjunto monástico continuaron hasta la Guerra de la Independencia (1809–1814) cuando los monjes tuvieron que abandonar su casa que fue incendiada por las tropas francesas el 25 de agosto de 1809. Una vez acabada la contienda, en 1815, los monjes regresaron al monasterio y pudieron comprobar el estado lamentable en el que éste se encontraba. El monasterio fue inspeccionado de nuevo por profesionales. Esta vez los elegidos fueron el arquitecto Mariano Laoliva,[26] el maestro de obras Miguel Fagalar[27] y el carpintero Xavier García Navasqués quienes elaboraron una memoria sobre el estado en el que se hallaba el monasterio indicando qué dependencias era necesario rehabilitar.[28]

Es justo señalar que, en las obras del nuevo conjunto monástico no sólo trabajaron arquitectos y maestros de obras sino que, además de los diferentes gremios de albañilería que lo hicieron y cuya labor igualmente tenemos documentada (este es el caso de los carpinteros, herreros, picadores, lienadores, vidrieros, canteros y tejeros) participaron también otros oficios. En relación a los trabajos relacionados con la escultura en el monasterio nuevo de San Juan de la Peña debemos hacer alusión a la figura de Pedro Onofre Escoll (aprox. 1691–1731) quien desarrolló su carrera profesional fundamentalmente en Aragón donde trabajó en muchas y diferentes obras (Boloqui 1983, 1: 189–91). Sabemos que en 1699 realizó el retablo del Hospital de Nuestra Señora de Gracia de Zaragoza y que en 1716 trabajó en el frontis de la Capilla de San Lorenzo en el Pilar de Zaragoza. Un año después fue a Pamplona a trabajar en el tabernáculo de la Capilla de San Fermín de la Iglesia de San Lorenzo. Precisamente, en este periodo de tiempo intermedio estuvo trabajando este escultor en las obras del nuevo monasterio de San Juan de la Peña como más tarde comprobaremos.

Entre 1718 y 1722 Pedro Onofre participó en la labra de las esculturas de Santa Bárbara, San Juan Bautista, San Juan Evangelista, la Asunción, San Bernardo y San Francisco de Paula de la iglesia parroquial de San Miguel de Corella (Navarra). Entre 1730 y 1731 estuvo en el altar de la Iglesia parroquial de Ricla (Zaragoza) aunque también trabajó en la decoración de la Capilla de Santa María Magdalena. Posiblemente, fue el artífice de la ejecución retablo mayor de la Iglesia Parroquial de Farlete (Zaragoza) en el año 1697, el cual hoy en día se encuentra lamentablemente desaparecido. Pero lo que nos interesa destacar aquí es la labor de Pedro Onofre en el monasterio alto de San Juan de la Peña la cual se puede documentar desde 1699 hasta 1716 fecha en la que regresó de nuevo a Zaragoza (fig 4).

Efectivamente, el escultor Pedro Onofre trabajó en 1699 en la decoración de las tres portadas de piedra de la fachada de la iglesia del monasterio alto de San Juan de la Peña las cuales representan a San Juan Bautista en el centro, a San Benito a su derecha y a San Indalecio en su izquierda (Madoz, [1845–1859], 1985, 298–9). Acabada esta obra, desde 1703 hasta



Figura 4
Fachada de la iglesia del monasterio alto de San Juan de la Peña en la que trabajó el escultor Pedro Onofre a partir de 1699

1707 talló la sillería del coro según los dibujos de Francisco del Plano quien también diseñó la decoración de piedra de la fachada de la iglesia pinatense. En los respaldos de la sillería de la iglesia del monasterio alto de san Juan de la Peña representó diferentes pasajes de la vida de San Benito y precisamente, en el segundo de éstos *Pedro Onofre dejó su firma* («letra cursiva añadida»). Durante estos mismos años, concretamente entre 1703 y 1709, trabajó en el tabernáculo de la iglesia del monasterio nuevo de San Juan de la Peña y desde 1708 hasta 1714 en las puertas del crucero de la iglesia, en las de entrada del templo y en las de la cerca que recorría el perímetro del conjunto pinatense.

El escultor Carlos Salas (1728–1780), académico y considerado como uno de los más importantes artistas del siglo XVIII también trabajó para los monjes pinatenses (Boloqui 1981, 613–24; Boloqui 1983; Martín González 1983, 498–99). De origen catalán, Carlos Salas nació en Barcelona en el año 1728. Fue educado en Madrid a donde se trasladó en el año 1752 con tan sólo 24 años, para formarse en escultura y donde trabajó hasta 1760. En 1760 fue nombrado académico de mérito por escultura de la Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid gracias a un bajorrelieve en el que representó el tema de la «Victoria contra los moros obtenida por D. Pelayo Pérez Correa, maestre de la Orden de Santiago» y en ese mismo año llegó a Zaragoza donde se afincó, trabajó y vivió hasta su muerte en el año 1780.

Su labor como artista y escultor se centró principalmente en las provincias de Huesca y Zaragoza, aunque fue en la capital aragonesa donde tuvo su taller en que también trabajaba su cuñado Pascual de

Ypas con quien colaboró en importantes obras y encargos no sólo de Aragón sino también en Navarra y Cataluña. Además de su trabajo en el taller de escultura desde el año 1777 tuvo que combinar su cargo como profesor en la Academia de Bellas Artes de San Luis de Zaragoza.

Desde que se asentó en Zaragoza en el año 1760 y hasta su fallecimiento en el año 1780 fueron muchas las obras en las que trabajó en la capital aragonesa. Este escultor fue el artífice de muchos de los óvalos del templo del Pilar de Zaragoza donde dejó un magnífico conjunto tallado en mármol dedicado a la Asunción de la Virgen en el trasaltar de la Santa Capilla. En este mismo templo también trabajó nueve medallas ovaladas de mármol de Carrara que posiblemente trabajó entre 1762 y 1765, cinco de éstas se hallan decorando el interior de la Santa Capilla dedicadas a la Anunciación, Visitación, Encarnación del Verbo, Presentación de Jesús en el templo y por último la Inmaculada Concepción y otras cuatro el exterior del mismo oratorio dedicadas a Soledad, Dolorosa, Coronación de la Virgen y la Iglesia, los Reyes y la Nación ante el Pilar de Zaragoza. Carlos Salas fue el artífice de las esculturas de estuco de la cubierta Norte de la Santa Capilla, de los *putti* y demás adornos. En este templo también realizó las esculturas de madera policromada que representan la Fe y la Esperanza de la Capilla del Rosario en el año de 1770. Asimismo, Carlos Salas trabajó en el Coreto de la Virgen en la realización de los niños alados con guirnaldas que decoran el órgano y en el frontal de estuco entre 1770 y 1780.

Pero no sólo trabajó en el Pilar de Zaragoza sino que lo hizo también en la Iglesia de San Miguel de los Navarros de la misma ciudad donde entre 1760 y 1770 realizó la imagen en mármol de la Inmaculada. Entre 1770 y 1780 talló en madera la figura de la Purísima en la iglesia de Santa Isabel de Zaragoza. Además fue el artífice de los ángeles del altar de San Gregorio de la iglesia de Santa Cruz y de algunas otras obras en el Museo Provincial de Bellas Artes desde 1760 hasta 1767.

Del mismo modo, se conoce documentalmente que fue el artífice de la escultura que representa a San Vicente Mártir en el retablo de la Capilla que bajo la misma advocación se encuentra en la Catedral de La Seo de Zaragoza en donde trabajó en 1760. Al parecer también trabajó en la iglesia de los Capuchinos también de Zaragoza, hoy en día derruido, representando las imágenes de San Francisco y San Antonio.

Pero no sólo trabajó en Zaragoza sino que también lo hizo, como ya hemos indicado, en la provincia de Huesca donde fue requerido por dos comunidades monásticas. Por un lado, fue solicitado por los religiosos de la Cartuja de Nuestra Señora de las Fuentes (Sariñena) para trabajar en diferentes obras desde enero de 1769 hasta noviembre de 1770. En este monasterio trabajó por encargo del infanzón Francisco Antonio Comenge natural de Lalueza en el retablo mayor de la iglesia. También realizó el tabernáculo de la capilla del sagrario de la Cartuja monegrina situado detrás del altar mayor, un aguamanil, el adorno de cinco sillas para el coro y en el fascistol. En Tudela hizo en el año 1770 para los Capuchinos las esculturas de la Inmaculada del retablo mayor y el retablo de San Nicolás de Bari para la iglesia de esta misma advocación.

Además, junto con Pascual de Ypas (con el que también trabajó en el monasterio pinatense) fue director de las obras que se realizaron en la Catedral de Huesca en donde además participó con su obra en el año 1780, pues es suya la escultura y el baldaquino de la Capilla de Santa Lucía.

La obra escultórica de este catalán traspasó las fronteras aragonesas y trabajó en su tierra natal. Así, para la Lonja de Barcelona únicamente le dio tiempo a ejecutar once bocetos en barro del modelo final que tenía previsto ejecutar. En la Capilla de Santa Tecla de la Catedral de Tarragona trabajó en el altar, en los bajorrelieves de mármol y en una pareja de relieves del crucero entre 1770 y 1775. También trabajó en Reus donde en la Casa Consistorial esculpió la alegoría de la villa con el escudo de armas.

Carlos Salas también trabajó en Madrid en la iglesia de los Agonizantes de la calle Atocha donde realizó algunas esculturas de madera en el año 1769. También ejecutó algunos trabajos para el Palacio Real que se materializaron en tres importantes relieves que representaban «Batalla de las Navas de Tolosa», «Batalla de Covadonga y el Concilio IV de Toledo» en 1760. Para la Academia de Bellas Artes de San Fernando para la que hizo un relieve de la «Victoria contra los moros obtenida por D. Pelayo Pérez Correa, maestre de la Orden de Santiago» en 1760, otro en el que se representaba el «Tránsito de la Virgen» en el año 1756 y un boceto de la «Asunción de la Virgen» en 1766. Por último en la Carrera de San

Jerónimo y en la Plaza del Palacio Nuevo realizó diferentes esculturas y adornos en 1765.

Pero la razón por la que hemos incluido a Carlos Salas en este trabajo es por el trabajo que realizó para la comunidad de religiosos del monasterio nuevo de San Juan de la Peña. Fue aquí donde el escultor Catalán realizó dos esculturas exentas, una de mármol blanco en la que representó a la Virgen con el niño en brazos y otra, aún por confirmar, de madera en la que talló un Cristo crucificado (fig 5). Carlos Salas también trabajó en el Panteón Real que se construyó en el viejo cenobio pero como esta labor se escapa de la pretensión original de este estudio no la incluimos en él, al igual que sucede con Pascual de Ypas o Joseph de Estrada que también colaboraron en la ejecución del Panteón Real ubicado en el monasterio bajo de San Juan de la Peña del monasterio bajo que por la misma razón no van a ser tratados aquí.

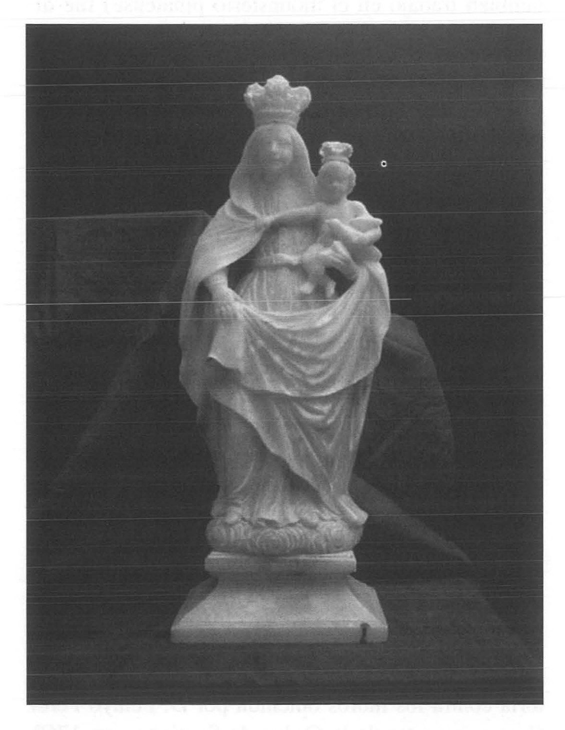


Figura 5
Escultura de mármol blanco en la que se representa a la Virgen con el niño en brazos que fue tallada por el escultor Carlos Salas

Los monjes pinatenses no sólo construyeron de nueva planta un nuevo conjunto monástico durante los siglos XVII y XVIII sino que, durante el tiempo en el que transcurrieron las obras de su nueva fábrica arquitectónica emprendieron una importante renovación de su patrimonio artístico. El principal responsable de acometer trabajos de pintura y dorado en el nuevo monasterio fue Bernardo Bordas[29] quien antes de trabajar en San Juan de la Peña lo hizo para otras órdenes monásticas, 1691 con los jesuítas. El ingreso de Bernardo Bordas en San Juan de la Peña se debió no sólo a su devoción por la vida religiosa, pues fue nombrado capellán, sino por sus notables conocimientos en el arte de pintar debido a su educación familiar (su padre Jaime Bordas también era pintor) y a su formación. Desde su ingreso en el monasterio en el año 1710 y hasta su fallecimiento en 1733 llevó a cabo una fructífera carrera profesional que, por lo que hasta ahora sabemos, se circunscribió únicamente al enclave pinatense. El primer trabajo que Bernardo Bordas hizo para los religiosos pinatense lo acometió tres años antes de ingresar en el monasterio. Además, Bernardo Bordas proyectó en 1707 la traza original del Panteón Real que fue modificada en 1766 por el ingeniero Francisco José Hermosilla[30]. Esta traza la realizó Bernardo Bordas junto con el artista Francisco Zeballos natural de Verga, quien también trabajó en San Juan de la Peña dorando unas bolas decorativas del rejado de bronce de la sillería del coro.[31] El máximo logro de Bernardo Bordas en el enclave pinatense fue renovar sustancialmente el patrimonio artístico del monasterio de San Juan de la Peña (fig 6).

Por lo menos, así queda demostrado en la gran cantidad de retablos que trabajó Bordas lo cual dio como resultado una fructífera producción de obras de arte como el retablo de la Virgen del Rosario, el retablo de San José, el cuadro del retablo de San Benito, el cuadro del Retablo de la Virgen del Oratorio, el cuadro del Retablo de Santa Gertrudis, el cuadro del retablo de San Lorenzo, el cuadro del Retablo de la Virgen, el cuadro del retablo de San Pablo, el cuadro del retablo para la capilla de San Indalecio, la decoración de la ermita de Santa Teresa, la decoración de la ermita de San Voto y Félix, la decoración de la ermita de San Indalecio, un cuadro del Nacimiento de San Juan Bautista y un cuadro de la Degollación de San Juan Bautista. Además de estas obras Bernardo Bordas realizó otros trabajos para el monasterio pina-

tense como; un cuadro que decoraba la sacristía, unos cuadros que componían el retablo de Pequera, el dorado y estofado del retablo del Santo Cristo que se iba a colocar en la sala capitular, un cuadro para el Gobernador de Jaca, un cuadro que representaba la Asunción de la Virgen para el prior de Luesia, un cuadro para el rector de Javierre Martes Mosen Félix, unos cuadros para Mosen Hipólito Vicario de Badaguas y un cuadro para el refectorio.[32]

Entre 1726 y 1729 Bernardo Bordas trabajó en las siguientes obras; en la ejecución del nuevo retablo de la ermita de San Indalecio, el dorado de un cuadro para Escó, dos cuadros para Mosen Juan Bisus, un cuadro para el rector de Bailo, unos cuadros para Cristóbal López de Martes, un cuadro para Benito Fuertes de Biel, un cuadro para el Señor de Leres, un cuadro para el Obispo Estella, un cuadro y un marco para el abad, un frontal pintado para Fray Pascual Soteras. Además, Bernardo Bordas doró también el rótulo de salvaguardia de la puerta del monasterio, unas bolas decorativas, las molduras de las sacras para el evangelio y el lavabo. Del mismo modo, tenemos constancia documental que Bernardo Bordas pintó el retrato del abad Fray Thomas Plácido de Sarassa quien financió los gastos ocasionados por el dorado del oratorio de la sacristía y por los seis escudos de armas.

Entre 1731 y 1733 Bernardo Bordas encarnó un Santo Cristo y estofó su cruz, también cubrió de plata el pedestal de la cruz para el altar mayor, igualmente pintó el retablo de Nuestra Señora, un retrato del obispo de Pamplona, pintó también el arco del oratorio, un frontal de altar para Acumuer y los frescos de la Capilla de la Virgen del Pilar. Del mismo modo, sabemos que Bernardo Bordas fue quien realizó el grabado que aparece en el libro de Fray Joaquín Aldea de 1747 y que fue publicado al año siguiente.[33] En este grabado se representan los dos conjuntos que conforman el enclave pinatense. En la parte inferior del grabado una vista del monasterio bajo antes de que ocurriera el fatídico incendio de 1675 que acabó con la vida monástica en él y en la parte superior una perspectiva del monasterio alto tal y como debía estar después de concluirse toda la obra.

Hay que señalar que las obras que acometió Bernardo Bordas en el monasterio alto de San Juan de la Peña las realizó de manera conjunta con su sobrino Francisco Bordas y con la asistencia de otro artista llamado Mathías Terrén, natural de Jasa, quien ingresó en el monasterio en junio de 1677 para realizar cuanto «se le mandase en el arte de pintar»[34] (Aznarez 1991). Es probable Mathías Terrén desarrollase su labor profesional por entero en el monasterio de San Juan de la Peña de ahí que no exista constancia documental del trabajo de este artista en otros lugares

Lo cierto es que si analizamos la labor de todos los artistas que participaron en San Juan de la Peña llegamos a la conclusión de que buena parte de ellos trabajaron también para otras órdenes religiosas. Este es el caso de ingeniero Melchor Luzón quien antes de reconocer el terreno sobre el que los religiosos de San Juan de la Peña iban a levantar su nuevo monasterio trabajó para otras comunidades religiosas como el convento de las Claras de Murcia donde estuvo trabajando en la iglesia en el año 1665 y en ese mismo año en el convento-iglesia de los capuchinos de Madrid. A esta tendencia se sumó también Miguel Ximenez quien después de trabajar para los benedictinos pinatenses (1675) lo hizo para los carmelitas del convento de Nuestra Señora del Carmen (1678), para los del convento de San Antonio Abad (1692) y para las monjas del convento de Santa Rosa todos en la ciudad de Zaragoza (1694). Un caso similar es el del escultor Carlos Salas que también trabajó para los religiosos de la Cartuja de Nuestra Señora de las Fuentes (Sariñena) donde estuvo desde enero de 1769 hasta noviembre de 1770 y en este mismo año fue también requerido por los Capuchinos de Tudela hizo para hacer la escultura de la Virgen Inmaculada del retablo mayor. Los Capuchinos de Zaragoza también contrataron al escultor Carlos Salas que trabajó en las imágenes de San Francisco y San Antonio en la iglesia del monasterio. A esta tendencia se unió igualmente el pintor Bernardo Bordas que, como ya hemos señalado anteriormente, además de trabajar en San Juan de la Peña lo hizo en 1691 para los jesuitas de Zaragoza. Todos estos artífices trabajaron en la construcción del monasterio alto de San Juan de la Peña el cual es uno de los pocos conjuntos arquitectónicos benedictinos que se levantó de nueva planta en España durante los siglos XVII y XVIII y el único de Aragón.

Notas

1. El monasterio alto de San Juan de la Peña se encuentra en pleno Pirineo aragonés en un recóndito valle de la comarca de Jacetania (Huesca).

2. Hay que señalar que en septiembre de 2003 defendí el Diploma de Estudios Avanzados (D.E.A.) con el tema «Historia constructiva del monasterio alto de San Juan de la Peña 1675–1835» y que en la actualidad me encuentro realizando la tesis doctoral, bajo la dirección de la Dra. Elena Barlés sobre este mismo conjunto monástico.
3. Sobre esta cuestión remitimos a Juan García, Natalia. Fuentes Documentales para el estudio del Patrimonio Cultural Aragonés; el monasterio alto de San Juan de la Peña (Huesca). En Actas del XII Coloquio de Arte Aragonés celebrado los días 27, 28 y 29 en Zaragoza. (en prensa) donde se explica con mayor detenimiento que documentación se conserva en la actualidad para poder estudiar este monasterio.
4. Algunos datos sobre Melchor Luzón se pueden encontrar en Martínez Verón (2001) pero en esta publicación nada se señala de la participación de Melchor Luzón en el reconocimiento del lugar donde iba a ser emplazado el monasterio alto de San Juan de la Peña.
5. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733, fol. 3r.
6. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733, fol. 3r.
7. La figura de Melchor Luzón ha sido desatendida por parte de la historiografía en materia de arte que, a excepción de las investigaciones de Pedro Segado Bravo poco ha estudiado la labor constructiva de este ingeniero aragonés. La labor constructiva de este ingeniero en Murcia, donde pasó la mayor parte de su vida, ha sido estudiada por Segado Bravo (1986).
8. Alvira Banzo, Julio. 2004. *La familia Tornés o la arquitectura barroca jacetana*. Huesca: Diario de Altoaragón, Especial San Lorenzo, 10 de agosto, p. 8.
9. La labor constructiva de Miguel Ximenez en el monasterio alto de San Juan de la Peña se puede documentar gracias a los datos que se conservan en el Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733.
   Además, existen algunas publicaciones en las que se recoge la trayectoria profesional de este maestro de obras de Zaragoza aunque nada se dice de su participación en la fábrica pinatense. Las referencias bibliográficas a las que hacemos alusión son;
   Almería, *et al.* 1983, 182–84.
   Bruñen, *et al.* 1987, 138–39.
   Martínez Verón 2001, 4: 474–75. En esta publicación no se hace constar la participación de Miguel Ximenez en el monasterio alto de San Juan de la Peña.
   Romero Santamaría, 1996, 231–95.
   Villar Pérez 1982. En esta tesis de licenciatura se documentan muchas de las obras de Miguel Ximenez nada se dice de la participación en la ejecución de la planta del monasterio de San Juan de la Peña.
10. Según Martínez Verón (2001) este trabajó lo realizó Miguel Ximenez en el año 1667.
11. Archivo Histórico de Protocolos de Zaragoza, Protocolos Notariales, Notario Diego Jerónimo Montaner (otro), año 1678, protocolo nº 1621, ff. 198–210.
12. Archivo Histórico de Protocolos de Zaragoza, Protocolos Notariales, Notario Jacobo Juan Arañón, año 1679, protocolo nº 2906, ff. 683–685.
13. Archivo Histórico de Protocolos de Zaragoza, Protocolos Notariales, Notario Joseph Sánchez del Castellar, año 1681, protocolo nº 1791, fechado el 8 de enero 1891.
14. Archivo Histórico de Protocolos de Zaragoza, Protocolos Notariales, Notario Diego Jerónimo Montaner, año 1680, protocolo nº 1623, ff. 234 v-240r.

Según Martínez Verón (2001) este trabajó lo realizó Miguel Ximenez en el año 1681.

15. Según Martínez Verón (2001) Miguel Ximenez junto con José de Borgas, Pedro Cuiero, y Gaspar Serrano realizaron esta medición en el año 1683.
16. Boletín del Museo Provincial de Bellas Artes de Zaragoza, Zaragoza, Imprenta del Hospicio Provincial, nº 11, junio 1925, 53. «Algunos datos para la obras del actual santo templo metropolitano de Nuestra Señora del Pilar de Zaragoza» discurso leído por Teodoro Ríos. En este artículo se incluyen los documentos que hacen referencia a esta circunstancia.
   Documento nº 15, Informe en que los maestros de obras Pedro Salado, Miguel Ximenez, Gaspar Serrano y Joseph de Borgas, certifican que la traza se ajusta al proyecto de Herrera-6 de abril de 1695.
   Documento nº 17 Réplica de los maestros que firman el documento 14.
   Documento nº 18. Comunicación D. José de Villanueva Fernández de Ixar, del Superintendente de las obras, poniéndose al lado de los Maestros que intervienen en los trabajos y presentando la dimisión si se atiende a otras indicaciones.
   Documento nº 20. Planta en la que se pide a los Maestros de Zaragoza que determinen a cierta distancia, como comprobación de sus informes de los documentos anteriores.
17. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733, ff. 86 r-88v.
18. Entre los cargos que desempeñó hay que destacar el de oficio de nominación de consejos que ocupó por cuatro años, un año de administrador de la nieve, un año de administrador de las pescas, tres años en receptor de la Universidad, cinco años de asignado, un año de contador, dos años en administrador de las carnicerías y catorce años aproximadamente como consejero.

19. Hasta el momento no existe ningún trabajo monográfico sobre la figura de Francisco Joseph Artiga aunque sabemos que hay un estudio en camino. Afortunadamente, la figura de Francisco Joseph Artiga ha llamado la atención del investigador Carlos Garcés Manau que en la actualidad está llevando un profundo estudio sobre su vida y obra.
20. Archivo del Municipal de Huesca, Libro de Actas 1694–1695, nº 185.
21. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Recopilación de documentos originales 1508–1777, documento de 29 diciembre de 1686.
22. Juan Francisco Aznarez López (1991).
23. La figura de Joseph Tornés está, lamentablemente, poco estudiada en la actualidad. Lo cierto es que no existe ninguna referencia bibliográfica que haga alusión su trayectoria profesional. Nosotros únicamente tenemos documentada su labor como inspector de obras en el nuevo monasterio de San Juan de la Peña. Lo cierto es que sólo en una publicación se cita el nombre de Joseph Tornés y se ofrecen algunos datos sobre el que fue su predecesor, Pedro Tornés. La referencia bibliográfica a la que hacemos alusión es Martínez Verón (2001) aunque hay otra publicación donde se estudia la labor de Joseph Tornés en San Juan de la Peña y es el artículo de Barlés, Martínez Galán y Sánchez (2000).
24. Archivo Histórico Nacional de Madrid, Sección Clero, legajo 2247, doc.1168.
25. Archivo Histórico Provincial de Huesca, Hacienda, 15993/3.Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1745–1795.
26. En Martínez Verón (2001) se llama Miguel y no Mariano Laoliva.
27. En Martínez Verón (2001) aparece con el apellido Fagalde.
28. Además, de esta labor sabemos que en el caso de Miguel Fagalar, maestro cantero de Navarra, trabajó también en la provincia de Zaragoza donde se puede documentar su participación en obras como la iglesia parroquial de Tiermas y en la iglesia de Nuestra Señora de la Oliva. Martínez Verón (2001).
29. Sabemos que los padres de Bernardo Bordas eran Jaime Bordas y María Ribera. Este matrimonio, cuyos cónyuges eran ambos naturales de Zaragoza, tuvo al menos dos hijos, Bernardo y Blas. Bernardo Bordas llegó a ser presbítero de Jaca, y más tarde ingresó como capellán en el monasterio de San Juan de la Peña, su hermano, Blas Bordas, ingresó en el monasterio como religioso. Seguramente Bernardo Bordas debió tener algún hermano o hermana más, puesto que en la documentación pinatense se señala que en su trabajo fue ayudado por su sobrino Francisco y teniendo en cuenta que su hermano Blas era religioso, nos hace su poner la existencia de otro familiar.
30. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca., Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733, fol. 181.
31. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca., Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733. fol. 168, 169 y 172.
32. Obras que trabajó Bernardo Bordas entre 1708 y 1714. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro de Fábrica del Real Monasterio de San Juan de la Peña 1675–1733, fol. 219, 222, 249, 277, 278, 282, 296, 313, 322, 325 y 330.
33. Aldea (1748).
34. Archivo del Monasterio de las Monjas Benitas de Jaca, Libro Actas de Gestis 1593–1681, Fol. 483 v–484 r.

Lista de referencias

Aldea, Joaquín. 1985, Ed. Facsímil de 1748. *Rasgo breve de el heroyco sucesso que dio ocasión, para que los dos nobles zaragozanos y amantissimos hermanos, los Santos Voto y Félix, fundaran el Real Monasterio de San Juan de la Peña. Descripción métrica de su antigua y su nueva casa, noticia general de sus circunstancias y elevaciones, justa memoria de sus Sepulcros Reales, verdadero informe de sus Incendios y corto llanto por sus Infortunios*. Zaragoza. Editorial Librería General, Imprenta de Francisco Moreno.

Almería, J. A.; J. Arroyo; M. P., Diez; M. G., Ferrandez; W. Rincón; A. Romero; R.M.; Tovar. 1983. *Las artes en Zaragoza en el último tercio del siglo XVII (1676–1696)* Estudio documental. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Aznarez López, J. F. 1991. *El Monasterio de San Juan de la Peña Memoria de los incendios que ha padecido*, Jaca: Jacetania, 151.

Barlés, E.; A. Martínez Galán, y E. Sánchez. 2000. «*El Monasterio Alto de San Juan de la Peña*», en *San Juan de la Peña (suma de estudios)*. Zaragoza: Mira Editores, 127–73.

Boloqui Larraya, Belén. 1981. «*Datos socioeconómicos sobre los escultores zaragozanos en el siglo XVII y sus talleres*» en *Estado actual de los estudios sobre Aragón*, Alcañiz, 613–24.

Boloqui Larraya, Belén, 1983. *Escultura zaragozana en la época de los Ramírez* (1710–1780), Madrid, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos.

Bruñen, Ana I.; M. L., Calvo Comin y M. B., Senac Rubio. 1987. *Las artes en Zaragoza en el tercer 1/4 del siglo XVII (1655–1675) Estudio documental*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Madoz, Pacual. [1845–1850] 1985. *Diccionario Geográfico*

Estadístico Histórico 1845–1850. Huesca, Zaragoza: Prames, 298–299.

Martín González, Juan José. 1983. *Escultura barroca en España 1600–1770*, Madrid: Ediciones de Arte Cátedra, 498–99.

Martínez Verón, Jesús. 1983. «*La portada de la iglesia parroquial de San Felipe y Santiago en Zaragoza*» en *El arte barroco en Aragón, Actas del III Coloquio de Arte Aragonés*, Huesca, 173–82.

Martínez Verón, Jesús. 2001. *Arquitectos en Aragón. Diccionario Histórico*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico, 4 vols.

Ponz, Antonio. [1787] 1972. *Viage de España*. Madrid: Viuda de Ibarra, Hijos Compañía, vol. 15, 97–98.

Segado Bravo, Pedro. 1986. «Melchor de Luzón, ingeniero, arquitecto y escultor aragonés en el siglo XVII en el Reino de Murcia», en *Actas del IV Coloquio de Arte Aragonés*, Zaragoza, 411–22.

Villar Perez, Javier. 1982. *Documentación artística de los años 1673–1674–1675 según el archivo de protocolos de Zaragoza*, Tesis de Licenciatura dirigida por Gonzalo M. BORRÁS GUALIS Catedrático del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza, Facultada de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza,

La contribución de R.G. Boscovich al desarrollo de la teoría de cúpulas: el informe sobre la Biblioteca Cesarea de Viena

Gema López Manzanares

La Biblioteca Cesarea, actualmente Biblioteca Nacional de Viena, fue construida por Josef Emanuel, hijo de Johann Bernhard Fischer von Erlach, entre 1723 y 1735, a partir de la planta y alzado principal proyectado por éste. En 1763, la emperatriz Mª Teresa de Austria, ante la gravedad de los daños que se observaban en el edificio, especialmente, en la cúpula central, decidió consultar a varios expertos, entre ellos, Boscovich, que colaborará estrechamente con el arquitecto Niccola Paccassi (Buchowiecki 1957; Teichl 1949). Veinte años después de la polémica de 1743 sobre los daños de la cúpula de San Pedro, Boscovich, uno de los tres matemáticos autores del célebre *Parere*, emite de nuevo un informe sobre el estado y reparaciones a efectuar en una cúpula, oval en este caso y de menor tamaño. El esquema del informe, según el propio autor,[1] es similar al del *Parere*: descripción del edificio y de los daños, sistema general de los movimientos producidos, causas y remedios a adoptar y, aunque no incluye cálculos matemáticos, resulta de una claridad extraordinaria y refleja la profundidad de los conocimientos de Boscovich en relación con la construcción abovedada y su comportamiento estructural.[2]

Descripción del edificio

Según refiere Boscovich, la Biblioteca Cesarea se construyó sobre unas antiguas caballerizas abovedadas de planta muy alargada, gruesos muros y cimentación profunda. La biblioteca propiamente dicha está pues, elevada sobre el terreno y su estructura



Figura 1.
Retrato de R.G. Boscovich conservado en la Österreichische Nationalbibliothek, en Viena (Buchowiecki, 1957)

consiste en una bóveda de cañón que se interrumpe en una cúpula oval central. Ésta sobresale transversalmente en la dirección del eje mayor de la elipse, formando dos ábsides, sobre los que se apoya a modo de tambor y cuyos muros, paralelos a la fachada y achaflanados en el encuentro con la galería por la parte exterior, se prolongan hasta el terreno. Los ábsides están simplemente adosados a los muros antiguos de la base y transmiten su carga a cimientos nuevos, mientras que los muros longitudinales de la biblioteca se levantan sobre los de las caballerizas. La cúpula está perforada por ocho ventanas ovales y, en la parte de la entrada, presenta varios caballos apoyados sobre el arco del hueco central del ábside a la altura del corredor interior de la cúpula. En cada uno de los brazos simétricos de la biblioteca, a una distancia de dos ventanas desde la cúpula, hay dos columnas que sostienen un arco, dividiendo de este modo la bóveda de cada tramo en dos partes; también hay escaleras para acceder a la galería elevada. Tanto la bóveda de los brazos como la cúpula central están protegidas por una cubierta de madera. La de la cúpula no tiene tirantes y se apoya sobre muros prácticamente verticales construidos por encima del arranque, sobre una planta octogonal de lados muy cortos en las diagonales. El eje mayor de la elipse interior mide 90 pies (28,45 m) y el menor 54 (17,07 m), según Naredi-Rainer (1993).[3]

Boscovich se encontró con un andamio de madera bajo la cúpula que no llegaba a tocarla, aunque sí

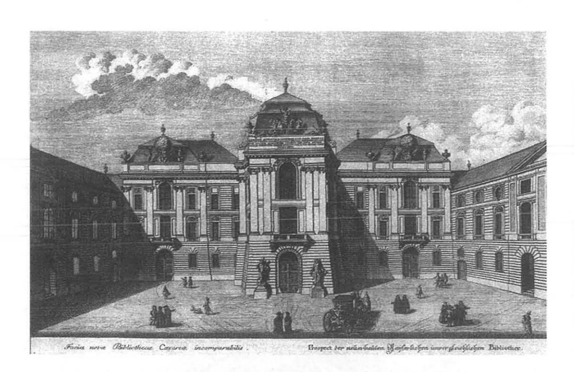


Figura 2.
Alzado de la Biblioteca Cesarea de Viena en 1737 según Kleiner. (Sedlmayr, 1976)

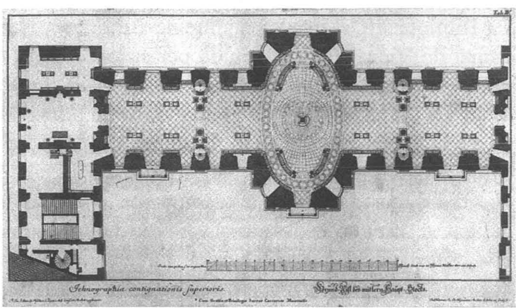


Figura 3.
Planta de la Biblioteca Cesarea de Viena en 1737 según Kleiner (Sedlmayr, 1976)

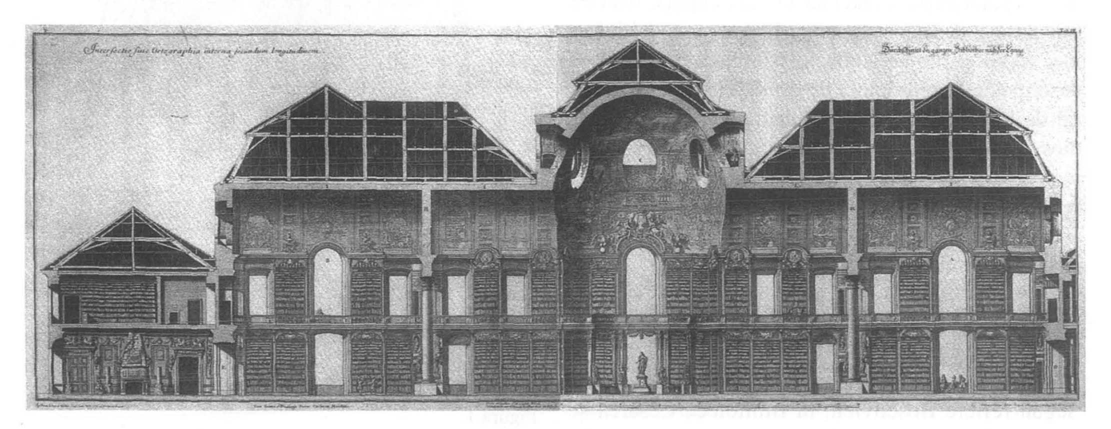


Figura 4.
Sección longitudinal de la Biblioteca Cesarea de Viena en 1737 según Kleiner (Sedlmayr, 1976)

apuntalaba ligeramente los arcos torales de la embocadura de las naves laterales y los de las ventanas más bajas de aquella. Realmente había sido colocado para examinar los daños. Además observó varios tirantes de hierro en la biblioteca, algunos destensados y de sección muy reducida, 2 fi ˘ fl, en pulgadas^2 (6,6 ˘ 2, en cm^2).[4]

Descripción de los daños

Boscovich describe los daños del edificio empezando por la cimentación y ascendiendo después hasta la cúpula. Esos daños aparecieron de repente nada más concluir la obra, el propio Boscovich afirma que ya estaban presentes durante la ejecución de los frescos.[5] Después fueron creciendo hasta alcanzar una gravedad que obligó a apuntalar los arcos y las ventanas y colocar los tirantes de hierro mencionados.[6]

La cimentación

En la cimentación no había daños a considerar, aunque reconoce que no se podía acceder a algunas zonas por estar llenas de tierra. También comenta que algunos le habían dicho que la cimentación de los muros nuevos de los ábsides no era tan profunda como la de los muros del almacén o antiguas caballerizas y menciona la existencia de una canalización de agua junto al muro longitudinal en la parte opuesta a la entrada.

Planta de entrada

En la planta de entrada, Boscovich tampoco descubrió daños, ni en los muros, ni en las bóvedas del almacén. Pero entrando por el ábside sí observó que los muros nuevos de éste se habían separado de los antiguos del almacén con una grieta que se iba ensanchando hacia arriba y se continuaba por la bóveda del techo. En cuanto al ábside opuesto, al que no se podía acceder por la parte del almacén, observó el mismo tipo de separación por el exterior.

Boscovich comprobó además si al separarse los muros habían descendido uno respecto a otro. El resultado obtenido fue que ni en la base de las pilastras ni en la grieta de la entrada se apreciaban indicios de ese descenso relativo entre los ladrillos rotos.[7]

La biblioteca

Al nivel de la biblioteca se veían las mismas grietas de separación entre los muros del ábside y los longitudinales que, sin embargo, se iban reduciendo hasta desaparecer en la zona de los capiteles.

Los desplomes

Boscovich encargó que se midieran los desplomes tanto de los muros longitudinales de la biblioteca como de las pilastras de los ábsides, lo cual se hizo sólo en la parte opuesta a la entrada. Los desplomes medidos indicaban que todos los muros se habían inclinado hacia fuera, pero eran mayores en los de los ábsides que en los muros longitudinales y en algunas zonas llegaban a superar las 4–5 pulgadas en 35 pies (10–13 cm en 11 m, es decir, aproximadamente el 1%). Además, no solamente estaban desplomados los muros del ábside en la dirección del eje mayor de la elipse sino que también lo estaban en la dirección perpendicular, aunque algo menos, 1 pulgada en 35 pies (2,6 cm en 11 m).[8]

Por lo demás, Boscovich considera que los daños de las ventanas o los arquitrabes de los muros cortos no tenían más importancia. Sí estudia con más detalle los de las escaleras que permiten acceder al corredor de la biblioteca. El desplome del muro de fachada colindante a la escalera, medido por la parte interior, era de fl de pulgadas en 12 pies (2 cm en 3,8 m), mayor en la parte alta que en la base. Medido por la parte exterior era de 2 pulgadas en la más dañada y de 1 en la otra para 35 pies (5 y 2,5 cm en 11 m). Este desplome había partido en dos la escalera, separando la parte adosada a las contrapilastras de las columnas intermedias, de la adosada al muro de fachada. Sin embargo, los daños no habían evolucionado como pudo observar al comprobar que unos círculos dibujados sobre las grietas tres o cuatro años antes no se habían dilatado. Por último, también se tomaron niveles en el suelo del corredor alto que, en contra de lo que podría suponerse, estaba inclinado hacia la parte interior de la biblioteca.

Los daños en la zona central

Boscovich observó una pequeña fisura central en el tramo de bóveda situado entre la cúpula y las escale-

ras, fisuras que también aparecían en las ventanas próximas y llegaban a atravesar el grosor del muro.

Después, en el pavimento situado inmediatamente por debajo de la cúpula se podía ver claramente la separación de los ábsides respecto al resto del edificio. Es decir, las losas estaban separadas en la prolongación de los muros longitudinales, pero sin elevaciones ni descensos de unas zonas respecto a otras.

Por lo que se refiere a la cúpula, Boscovich pudo examinarla adecuadamente gracias a los andamios colocados bajo ella, que también le permitieron observar el estado de los arcos torales. Las grietas más importantes de la cúpula se correspondían precisamente con el encuentro de los ábsides y los muros longitudinales, siendo muy visibles sobre las ventanas ovales de los ángulos. Estas cuatro ventanas no tenían ningún arco por encima, pero las piedras de la zona que correspondería a la clave amenazaban con caer. En cuanto a los arcos torales estaban bastante dañados y sus grietas se prolongaban por la cúpula. También estaban dañados los arcos situados sobre las ventanas del muro de los ábsides, sobre todo el que soportaba los caballos de la fachada.

Además de las grietas, Boscovich descubrió que en algunas había estucos e incluso cartón pegado sobre ellas en un estado perfecto. Sólo en un caso el estuco se había fisurado, posiblemente al secarse, pero no había indicios de descensos relativos entre las partes.

También habla de la calidad de la construcción de la cúpula, bastante mala, porque se había hecho con ladrillos muy separados entre sí. Lo mismo se podía decir de los arcos torales, de poco espesor y sin un sobrearco en la parte superior de la cúpula.

Para terminar Boscovich inspeccionó la cubierta de madera y el trasdós de las bóvedas. En los tramos longitudinales el madero horizontal forma parte de la bóveda y también hay elementos de hierro verticales de atirantado. En cuanto al trasdós de la cúpula, se veían las grietas diagonales correspondientes a las de los ábsides en su encuentro con los muros. Aquí la cubierta de madera, que carece de tirantes, se apoya sobre la cúpula y sobre el muro perimetral, que a su vez transmite el empuje sobre los arcos torales y los ábsides.

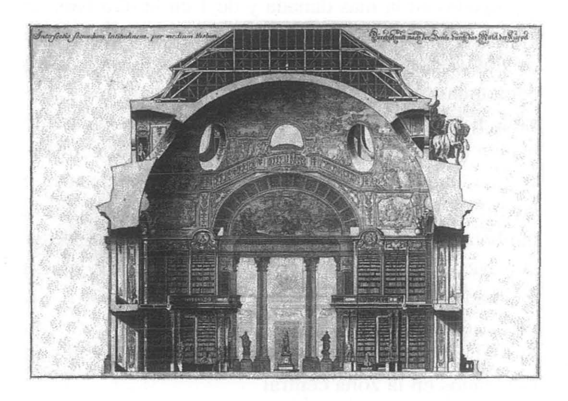


Figura 5.
Sección transversal por la cúpula oval de la Biblioteca Cesarea de Viena en 1737 según Kleiner (Sedlmayr, 1976)

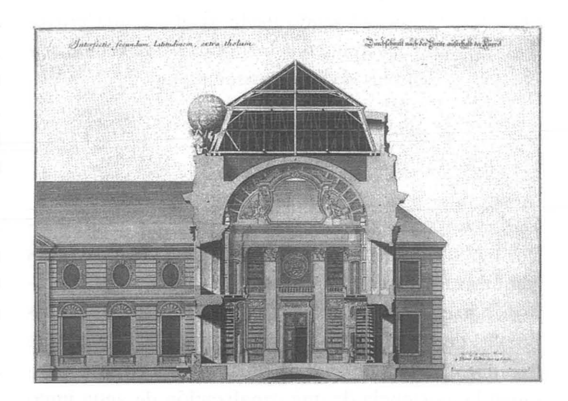


Figura 6.
Sección transversal por la bóveda de cañón lateral en 1737 según Kleiner (Sedlmayr, 1976)

EL SISTEMA GENERAL DE LOS MOVIMIENTOS

Boscovich dedica un apartado a relacionar los daños descritos. Es decir, éstos se producen como consecuencia de ciertos movimientos de la estructura. Así, los ábsides habían permanecido intactos pero se habían desplomado hacia fuera separándose del resto del edificio y arrastrando consigo a la cúpula y al tramo de bóveda más próximo a ella. Por su parte, los muros longitudinales también se habían desplomado, pero menos.

En cuanto a los ábsides, el desplome podría haberse producido acompañado de una inclinación de la base horizontal o de una compresión del muro en

la base de su cara exterior, permaneciendo dicha base perfectamente horizontal. La inclinación de esta base era difícil de medir porque los niveles, dice, no valen para distancias largas, como sí el hilo y la plomada.

También había observado Boscovich que el muro de los ábsides parecía curvado además de desplomado. Pero lo atribuye a un error de construcción o a una posible compresión de la fábrica.[9] La grieta de separación se reducía en las partes altas porque los muros longitudinales se habían desplomado más en esa zona, esto es, se habían curvado en sentido contrario que los ábsides.

Por último, las escaleras habían cedido por el empuje de la bóveda y por el desplome del muro exterior. La inclinación hacia dentro del pavimento del corredor se explicaba porque trabajaba en voladizo.

Los daños no habían progresado como mostraban los estucos y cartón de papel intactos, o los círculos dibujados sobre las grietas del muro en la proximidad de la escalera, que no habían incrementado su diámetro. Los de la escalera sí habían evolucionado al quedar separado el muro interior del exterior y, por tanto, debilitado, pero eran locales.

La causa de los daños

La causa principal de los daños es «aquella, que ciertamente yo creo, ha sido la causa de todos los daños de la cúpula de San Pedro de Roma, esto es, el empuje lateral de esa cúpula»,[10] incrementado en este caso por el que produce la cubierta de madera sin tirantes.[11]

Boscovich explica que la mayor parte del empuje se estaba transmitiendo según la dirección del eje menor de la cúpula, es decir, sobre los brazos de la biblioteca, pero al encontrarse con las bóvedas y la cubierta laterales quedaba suficientemente contrarrestado. El empuje restante actuaba contra los muros de los ábsides empujándolos hacia fuera, ya que apenas había conexión entre la fábrica de los muros nuevos y los viejos que pudiera impedir el desplome.[12] Además la cúpula carece de contrafuertes, está perforada por muchas ventanas y su construcción es de mala calidad.[13] Por otro lado, los muros desde el nivel del suelo de la biblioteca hacia arriba son demasiado esbeltos para soportarla y los arcos torales tenían un espesor insuficiente.

De este modo, los daños de la propia cúpula procedían de la dilatación de su perímetro por la inclinación de los ábsides y por eso se habían producido grietas, sobre todo en los ángulos. La dilatación afectaba también a los arcos torales o de las embocaduras de las bóvedas de las naves.

Causas secundarias de los daños

Entre las causas secundarias de los desplomes de los ábsides podría estar el agua que caía al terreno desde la cubierta, que habría ablandado éste provocando una compresión diferencial en las proximidades del perímetro de los muros. También podría haber ocurrido que, en lugar de inclinarse la base de los muros, ésta se hubiera mantenido horizontal y el agua hubiera ayudado a la fábrica del muro a comprimirse en su cara exterior.

Por lo que al desplome de los muros longitudinales se refiere éste habría sido efecto del primer asiento de la fábrica que después se habría detenido. Prueba de ello era la ausencia de agrietamientos considerables en la bóveda de los brazos de la biblioteca. Por otra parte, sólo se habían medido los desplomes en una de las fachadas, pero como la escalera del lado de la entrada estaba intacta, Boscovich deduce que el muro opuesto no se había desplomado. La explicación de esta asimetría en los desplomes estaría en el humedecimiento del terreno en el borde del muro trasero a causa de un conducto de agua que corría paralelo a él.[14] Por último, las escaleras de la parte opuesta a la entrada se habían agrietado al ceder tanto el muro interior que Boscovich llama maestro como el de la fachada, cedimiento producido en parte por el empuje de la bóveda central y en parte por su proximidad a los ábsides.[15]

Para Boscovich quedaba demostrado así que no eran las obras recientes en la parte trasera las que habían agravado los daños, pues en la fachada de la entrada no se había producido ninguna alteración del terreno y el ábside se había desplomado igual que su simétrico. Si los daños se habían hecho más patentes en esa época era por alguna causa accidental, un disparo de cañón, un trueno, un terremoto o un golpe de viento, que una vez «perdido el equilibrio hacen crecer de un golpe los movimientos hasta que son frenados por una mayor resistencia.»[16]

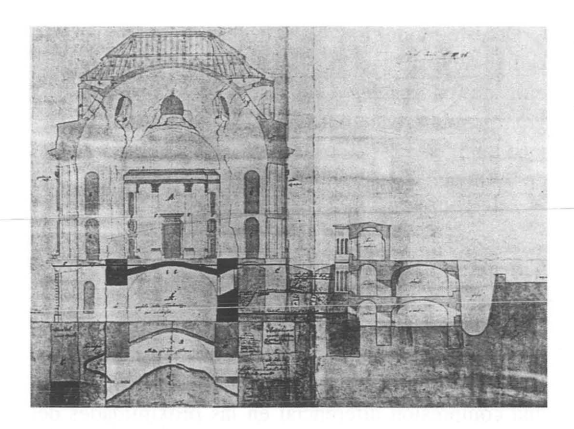


Figura 7.
Sección de la cúpula con los daños existentes en 1763 según N. Paccassi (Buchowiecki, 1957)

Los remedios

En primer lugar, Boscovich dice que no era necesario demoler la cúpula ya que no se hallaba en un peligro de ruina inminente. Por tanto, los remedios a adoptar tendrían como fin «conservar fortalecido al enfermo sin destruirlo.»[17]

Zunchos

El refuerzo debía hacerse fundamentalmente en la zona de la cúpula, cuyo empuje era la causa principal de los daños, es decir, mantener unidos los ábsides para que no aumentase la separación entre ellos. Habría que colocar pues, varios tirantes y zunchos ovales de hierro, que ya habían sido propuestos por algunos para esta cúpula. También menciona los zunchos colocados por Poleni en la cúpula de San Pedro con la misma finalidad.[18]

El siguiente paso es concretar la sección de los tirantes y los zunchos, su localización y la forma de tensarlos.

La sección

Tanto los tirantes como los zunchos debían tener una sección rectangular de 2 fi ˘ 3 fi en pulgadas≈ (6,6 ˘ 9,2 en cm≈) o al menos de 2 ˘ 3.

La localización

Los tirantes se colocarían bajo el pavimento de la biblioteca entre los ábsides, dos en cada dirección de pilastra a pilastra. Después se colocarían otros cuatro tirantes en el remate de los muros que soportan la cúpula, para que no se vieran por el interior ni debilitasen los muros de los ábsides.[19]

En cuanto a los zunchos ovales serían dos, uno en la imposta de la cúpula en la posición más baja posible bajo las ventanas y otro sobre éstas. Sobre todo en el caso del zuncho más alto recomienda hacer una incisión en la fábrica de forma triangular para que el zuncho se apoyase y pudiera hacer fuerza, a la izquierda de la figura 8.[20]

Detalles de los tirantes y zunchos

Tanto los tirantes como los zunchos habrían de prepararse a base de piezas más cortas. Al hablar de cómo reproducir la forma oval describe como se consiguió una circunferencia perfecta en los zunchos de la cúpula de San Pedro. Cada una de las piezas se elaboró en un horno de fundición donde se les dio su forma aproximada. Después se dibujaron sobre el pavimento de la gran plaza de Bernini las circunferencias correspondientes a los diversos niveles de la cúpula donde habrían de ser colocados los zunchos. Replanteando las piezas sobre cada circunferencia y con la ayuda de un pequeño horno provisional colocado al lado de la plaza se les dio la curvatura exacta.

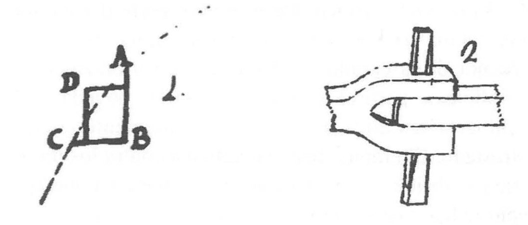


Figura 8.
Detalle de la incisión triangular a realizar en la fábrica de la cúpula de la Biblioteca Cesarea de Viena para la colocación de los zunchos y detalle del empalme de las piezas (Boscovich, 1763)

En cuanto al empalme de las piezas Boscovich propone el que Vanvitelli empleó en los zunchos de la cúpula de San Pedro, a la derecha de la figura 8. Las cuñas que atraviesan los orificios de los extremos se golpeaban hasta que empezaba a romperse la fábrica próxima. Realizando esta operación en cuatro empalmes del perímetro o en todos simultáneamente se conseguía una tensión inicial en los zunchos que no se lograba alcanzar con los empalmes usados en Viena.

Este tipo de empalme también se podía emplear en los extremos de los tirantes. Las cuñas tendrían que ser largas, anchas y gruesas para hacer toda la fuerza posible contra el muro.

Las herramientas

Boscovich también recomienda el tipo de herramientas a utilizar para la colocación de los elementos metálicos. Con el fin de no perturbar demasiado la fábrica las perforaciones debían hacerse con trépano en lugar de con cincel, y para esculpir la incisión triangular de los zunchos se utilizaría una pequeña sierra. En este caso también habría que perforar la fábrica por debajo para hacer sitio a las cuñas transversales de los empalmes, aunque sin hacer agujeros demasiados profundos.[21]

Refuerzo de los arcos torales

Boscovich juzga oportuna la propuesta de reforzar los arcos torales por el intradós, lo que llevaba consigo la construcción de pilastras para sostener el refuerzo. Estas pilastras habían de continuarse por el nivel de la entrada y cimentarlos al mismo nivel que los antiguos muros.

En cuanto al material del refuerzo era indiferente que se hiciera de piedra o ladrillo, el caso es que tuviera una dimensión adecuada y estuviera bien construido. Después del inevitable asiento habría que acuñar bien los espacios intersticiales entre el refuerzo y los arcos.

Además habría que colocar un tirante a un tercio de la altura de los arcos desde el arranque, que debería atravesar los muros laterales sin dañar demasiado la fábrica. Ni éste tirante ni el refuerzo cree que perjudicarían la estética, es más, reforzarían la estructura en una zona especialmente sobrecargada.

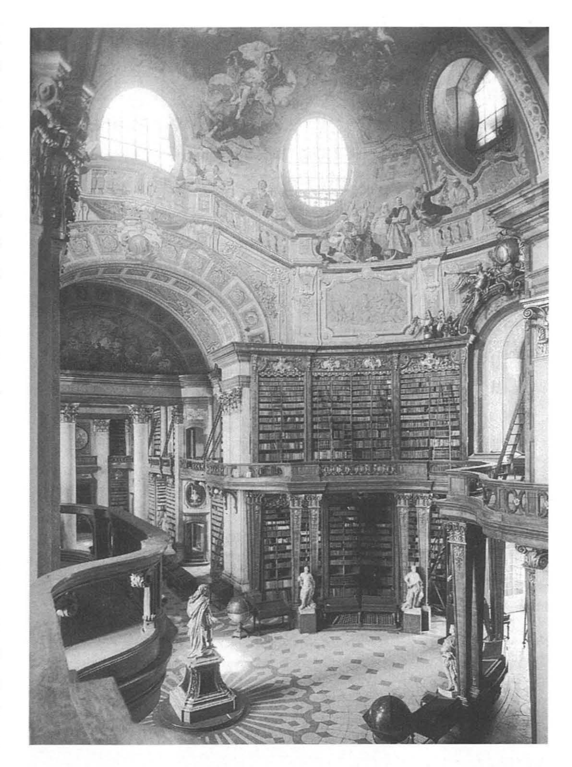


Figura 9.
Interior de la Biblioteca Cesarea de Viena, con la cúpula oval en primer plano (Lorenz, 1992)

Otros refuerzos

Boscovich también indica cómo reforzar el edificio en otras zonas menos importantes. Así, en la ventana que soportaba los caballos de la fachada aconseja o bien reforzarlo con gruesas barras de hierro en la clave o volver a hacer el arco con mayor grosor apuntalando temporalmente el peso de los caballos.

En cuanto a las ventanas ovales de la cúpula situadas en las diagonales no recomienda cegarlas ya que eso provocaría más perjuicios que beneficios. Como la fábrica nueva no ligaría bien con la vieja y su plano está inclinado habría que sostener la nueva en lugar de ayudar ella a soportar la vieja. Tampoco serviría de mucho construir un arco sobre ellas porque al no ser planos transmitirían mal la carga de la fábrica ya disgregada por encima, careciendo además del contrarresto adecuado por la parte inferior. En lugar de esto también habría que colocar barras de hierro

en la parte alta que sostendrían una especie de parrilla. Sobre ella se apoyaría la fábrica superior.

Para reforzar las escaleras Boscovich prescribe la colocación de un tirante que atravesase la biblioteca de parte a parte y llegase hasta el muro exterior, con cuñas de tensado tanto sobre el muro exterior como el interior de la escalera. Además, en la escalera más dañada se colocaría un tirante más corto en la base para estabilizarla.

Por último, en la zona de los arquitrabes rotos de los extremos recomienda rehacerlos introduciendo un alma de hierro que se empotrase bien en los bordes y ayudase a contener el peso superior.

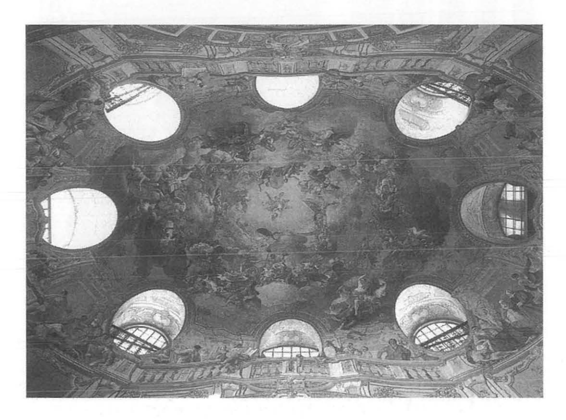


Figura 10.
Interior de la cúpula oval con los frescos de Gran (Toman, 2004)

El control de los daños

Después de hacer todos estos refuerzos se podrían estucar todas las grietas de la cúpula y rehacer las pinturas, utilizando en lugar de los andamios que había, otros móviles más ligeros como los empleados en la basílica de San Pedro de Roma.

Otra alternativa era observar los daños durante dos o tres años antes de reparar las pinturas. Boscovich pondría varios testigos de mármol en cola de milano a través de las grietas y diferentes alturas. No le parecen tan recomendables los cartones encolados porque no son sensibles ante un movimento muy pequeño, es decir, se deforman pero no se rompen como el mármol.

Ahora bien, si llegara a producirse una nueva grieta no cree que hubiera que asustarse. Podía ser debida a que los zunchos y tirantes colocados se dilatan hasta alcanzar una cierta tensión sobre todo si no se han pretensado bien. De todos modos, con los testigos de mármol se mediría la anchura de la grieta y su crecimiento. Si éste se produjera habría que hacer nuevos refuerzos pero sin temor a la ruina porque los tirantes y los zunchos tardan tiempo en romperse. Los refuerzos podrían consistir en:

1º Levantar la cubierta de la cúpula y cubrirla de plomo o cobre, cuidando de que las aguas de las cubiertas adyacentes no vertieran sobre esta zona. Eso reduciría mucho el empuje.

2º Si eso no bastase, construiría dos gruesos muros inclinados en los extremos de los ábsides, desde los cimientos hasta arriba. Y, si asentarán esos ábsides, haría más profunda su cimentación.

Pero Boscovich no creía necesario realizar estas operaciones, bastaba con los tirantes y los zunchos recomendados, que se podían colocar sin retirar los libros.

Conclusión

La teoría científica de cúpulas se desarrolla fundamentalmente en el s. XVIII en un contexto práctico, es decir, con motivo de la publicación de informes de expertos sobre cúpulas de especial relevancia como la cúpula de San Pedro de Roma, Santa Genoveva de París o menos conocidas como la de la Biblioteca Cesarea de Viena.

Boscovich, científico de gran importancia en su época por sus aportaciones en diversos campos del saber, también ocupa un lugar de honor en el desarrollo de esa teoría. Su principal aportación es el análisis de la estabilidad de la cúpula de San Pedro de Roma, donde, junto a Le Seur y Jacquier, se aplicó por primera vez el principio de los Trabajos Virtuales al cálculo de una estructura real. Los informes posteriores de Boscovich, en solitario, confirman el papel protagonista de Boscovich en el *Parere*. En el de 1763, sobre la Biblioteca Cesarea de Viena, donde colabora con el arquitecto Paccassi, en calidad de matemático, demuestra un profundo conocimiento

práctico sobre las estructuras de fábrica. La ausencia de cálculos matemáticos es reflejo de la prioridad de la práctica sobre la teoría propia de la época, reflejada en la intervención de Poleni (1748) sobre la cúpula vaticana, que en todo momento reconoce dicha supremacía y, a pesar de confirmar la estabilidad de la cúpula, ordena colocar zunchos de refuerzo. El caso de la cúpula de San Pedro está presente durante toda la segunda mitad del siglo XVIII, y también en el informe sobre la Biblioteca Cesarea, incluso en las medidas de refuerzo, como la colocación y detalle de los zunchos que propone Boscovich.

Dos años más tarde, el mismo Boscovich deberá enfrentarse a un nuevo problema: la construcción de la aguja de remate sobre la cúpula del Tiburio de Milán. El enfoque aquí era diferente, puesto que se trataba de prever el comportamiento futuro de la cúpula cargada con el peso de la aguja y no de interpretar los daños y reforzar una ya existente. Boscovich realizará de nuevo un estudio de gran interés, donde incluye los cálculos matemáticos resultantes de aplicar el principio de los trabajos virtuales a un posible mecanismo de colapso de la cúpula por deslizamiento hacia dentro de la aguja. Además, expone con gran claridad su teoría sobre bóvedas y cúpulas, adelantándose a Coulomb en el cálculo de la situación más desfavorable de las juntas de rotura.[22]

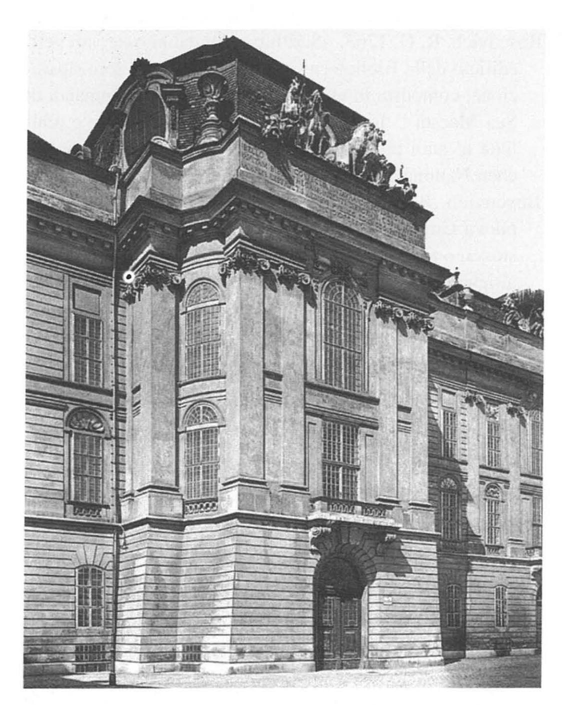


Figura 11.
Detalle de la entrada principal de la Biblioteca Cesarea (Lorenz, 1992)

Los tres informes de Boscovich representan verdaderos hitos en el desarrollo de la teoría de cúpulas y confirman el papel de los informes periciales como fuente principal de conocimiento sobre este tipo particular de estructuras de fábrica.

NOTAS

Gema M. López Manzanares es Profesora Titular en el Área de Construcciones Arquitectónicas. Estructuras de Edificación, Universidad de Alcalá de Henares

1. Boscovich (1763, fol. 2r, art. 2). Agradezco al Profesor D. Santiago Huerta Fernández, de la ETS Arquitectura de Madrid y director de mi tesis doctoral, la información relativa a la existencia del informe sobre la cúpula de la Biblioteca Cesarea de Viena escrito por Boscovich. Sobre cúpulas de fábrica ovales ver Huerta (1990, 2002, 2004) y Huerta y López (2001).
2. Al comienzo del informe Boscovich (1763, fol. 2r, art. 1) habla de que ha realizado numerosas visitas al edificio, ha leído los diversos informes emitidos y recogido información verbal. También explica que ha estudiado los planos del edificio y que ha hecho medir desplomes y niveles.
3. Hemos deducido las medidas de las figuras que llevan una escala gráfica en pies. Según Parsons ([1939] 1976, 628), el pie en Viena equivalía a 0,3161 m.
4. Boscovich (1763, fol. 3v, art. 21). Según Parsons ([1939] 1976, 628), la pulgada, que es la doceava parte del pie, será igual a 2,6 cm.
5. Boscovich (1763, fol. 4r, art.28 y fol. 6r, art.46).
6. Boscovich (1763, fol. 4r, art. 28). El agravamiento de los daños coincidió al parecer con movimientos en el terreno próximo y algunos atribuían a esto la causa de su aparición.
7. Boscovich (1763, fol. 3r, art. 12) dice que en la grieta de la entrada, donde se bifurca en dos, la fábrica sí ha descendido pero por falta de apoyo lateral, no porque el muro nuevo haya descendido respecto al viejo.
8. Según dice Boscovich (1763, fol. 3r, art. 15) tenía dos tablas con los resultados de la medición de los desplomes. Una de ellas se elaboró con más precisión para comprobar si, como le había parecido a simple vista, una de las pilastras del ábside se había curvado además de desplomarse hacia fuera.

9. Boscovich (1763, fol. 5r, art. 36) habla de la compresión de las fábricas que no se pueden realmente considerar como elementos rígidos e inflexibles: «...y como la fuerza elástica crece con la compresión y la dilatación, los males no siguen creciendo y con frecuencia se detienen por sí mismos después de los primeros movimientos.» (...e come la forza elastica cresce colla compressione, e dilatazione; i mali non sieguono sempre a crescere, e spesso si arrestano da se dopo i primi movimenti).
10. «...quella, che certamente io credo, essere stata la cagione di tutti i danni della cupola di S. Pietro di Roma, cioè la spinta laterale di essa cupola.» Boscovich (1763, fol. 7r, art. 52).
11. Según Boscovich (1763, fol. 7r, arts. 52-3), la elevada flecha de las cúpulas impide colocar esos elementos de contrarresto horizontal a no ser que se eleven los muros laterales hasta la altura de la clave. Por esa razón las cúpulas no se suelen recubrir con tejados sino con plomo o cobre. Además, la existencia de un tejado con fuerte pendiente incrementa la acción del viento, que según el autor, puede provocar deformaciones asimétricas y separar los apoyos de manera que la cúpula descienda aumentando el empuje y el agrietamiento.
12. Según Boscovich (1763, fol. 7r, art. 54), aunque ese empuje también actúa contra el extremo del muro longitudinal éste se desploma menos que los ábsides porque la bóveda de los brazos y la cubierta ayuda a contrarrestarlo.
13. Boscovich (1763, fol. 8r, art. 57) señala que no se ha cuidado la ligazón entre los ladrillos de la cúpula, demasiado delgados.
14. Al parecer en esta zona la cimentación estaba socavada pero en una zona muy pequeña que el resto de la fábrica era capaz de sostener. Boscovich (1763, fol. 6, arts. 48-9).
15. La ventana superior del ábside de la entrada estaba agrietada por el gran tamaño de los caballos que tenía que soportar y los arquitrabes de los extremos también se habían fracturado por el excesivo peso. Boscovich (1763, fol. 7v, arts. 59 y 61).
16. «...tolto l' equilibrio, fanno crescere tutto in un tratto i movimenti, finche sieno arrestati da qualche maggiore resistenza.» Boscovich (1763, fol. 6r, art. 46). No había descensos relativos como hubieran debido producirse por un desplazamiento lateral del terreno bajo la cimentación. Tampoco influye la menor profundidad de los nuevos cimientos ya que se fía del saber del arquitecto.
17. «...conservare fortificato l' infermo senza distruggerlo.» Boscovich (1763, fol. 8r, art. 63). Prueba de que la cúpula no corría peligro es que no estaba realmente apuntalada y que los tirantes estaban destensados.
18. Resulta interesante conocer la opinión de Boscovich acerca de la intervención de Poleni en la cúpula de San Pedro. Según él, Poleni negó en un principio que fuera el empuje el causante de los daños por motivos políticos, pero cuando hubo inspeccionado la cúpula no tuvo más remedio que prescribir la colocación de zunchos para frenarlo, incluso aunque esto disgustase a los que defendían la estabilidad de la cúpula. Boscovich destaca el hecho de que, cuando Poleni ya había impreso los libros de su *Memorie* se descubriera roto uno de los antiguos zunchos, que hubo que reemplazar. También dice que desde 1748 hasta su partida de Roma, quince años después, se siguieron produciendo movimientos en la cúpula. Boscovich (1763, fol. 8, art. 67).
19. Se refiere a un plano de otro experto y nombra las pilastras entre las que se colocarían los tirantes respecto a él. No hemos podido consultar dicho plano.
20. Recomienda que no sea muy profunda para no dañar la fábrica. Boscovich (1763, fol. 8v, art. 72).
21. Boscovich (1763, fol. 9r, art. 75).
22. Sobre el desarrollo de la teoría de cúpulas, ver Huerta (1990, 2004) y López (1998, 1998b, 2001).

Lista de referencias

«Boscovich». En *Enciclopedia universal ilustrada europeo-americana*, 225–227. Madrid: Espasa-Calpe, 1991.

Boscovich, R. G. 1763. «Scrittura sulli danni osservati nell' edificio della Biblioteca Cesarea di Vienna e loro riparazione, composta in esecuzione de' Sovrani commandi di Sua Maestà l' Imperatrice Regina Maria Teresa, e umiliata a' suoi piedi.» MS., cod. n ° 13989, Österreichischen Nationalbibliothek, Viena, 10 fols., 2 figs.

Boscovich, R. G. 1765. «Sentimento sulla solidità della nuova Guglia del Duomo di Milano o si consideri in se stessa, o rispetto al rimanente del vasto Tempio, esposto a richiesta del Nobilissimo e Vigilantissimo Capitolo que sopraintende alla sua grande fabbrica». En *Relazione dei ristauri intrapresi alla gran guglia del Duomo di Milano*, de A. Nava, 53–64. Milán: Tipografía Valentini E.C., 1845.

Boscovich, R. G.; F. Jacquier y T. Le Seur. 1743. *Parere di tre Matematici sopra i danni che si sono trovati nella Cupola di S. Pietro sul fine dell' anno 1742*. Roma: s.l.

Buchowiecki, Walther. 1957. *Der Barockbau der ehemaligen Hofbibliothek in Wien, ein Werk J.B. Fischers von Erlach*. Wien: George Prachner Verlag.

Huerta Fernández, Santiago. 1990. *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España, ca. 1500– ca. 1800.* Tesis doctoral. Madrid: ETS Arquitectura, UPM.

Huerta Fernández, Santiago. 2002. *Informe sobre la estabilidad de la cúpula interior de la Basílica de los Desamparados de Valencia*. Departamento de Estructuras de la ETSAM. Generalitat Valenciana. Conselleria de Cultura, Educació i Ciencia. Direcció General de Promoció Cultural y Patrimonio Artístico.

Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta Fernández, S. y G. López Manzanares. 2001. *Estudios estructurales previos a la restauración de la iglesia de Santo Tomás de Villanueva («La Mantería») de Zaragoza*. Departamento de Estructuras de la ETSAM. Instituto de Patrimonio Histórico Español.

Kleiner, S. 1724–1737. *Vera et accurata delineatio . . . , 4 Bde*. Augsburg.

López Manzanares, Gema M. 1998. *Estabilidad y construcción de cúpulas de fábrica: El nacimiento de la teoría y su relación con la práctica*. Tesis doctoral dirigida por D. Santiago Huerta Fernández. Madrid: ETS Arquitectura, UPM.

López Manzanares, Gema M. 1998b. La estabilidad de la cúpula de S. Pedro: el informe de los tres matemáticos. En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la construcción*, 285–294. Madrid: CEHOPU, Instituto Juan de Herrera, Universidade da Coruña.

López Manzanares, Gema M. 2001. Teoría de estructuras y restauración en el s. XVIII: la cúpula de S. Pedro de Roma. *Obra Pública: Ingeniería y Territorio* 3, 57: 48–59.

Lorenz, Hellmut. 1992. *Johann Bernhard Fischer von Erlach*. Zürich: Artemis Verlag-AG.

Naredi-Rainer, Paul.1993. Johann Bernhard Fischer von Erlach und Johann Joseph Fux. Beziehungen zwischen Architektur und Musik im österreichischen Barock. *Kunsthistorisches Jahrbuch*, 275–290.

Parsons, W. B. [1939] 1976. *Engineers and Engineering in the Renaissance*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Poleni, G. 1748. *Memorie istoriche della gran cupola del tempio vaticano*. Padua: Stamperia del Seminario.

Sedlmayr, Hans. 1976. *Johann Bernhard Fischer von Erlach*. Viena: Herold Durek.

Teichl, Robert. 1949. *Die Rettung des Prunksaales der Wiener Hofbibliothek durch Nicolas v. Paccassi*. Wien, 615–626.

Toman, Rolf, ed. 2004. *El Barroco. Arquitectura, Escultura y Pintura*. Barcelona: Könemann.

Bóvedas cilíndricas en el Monasterio de El Escorial: dos ejemplos de lunetos

Ana López Mozo

Las nuevas ideas de la arquitectura renacentista cristalizan en España a lo largo del siglo XVI y lo hacen de forma peculiar; la gran mayoría de las nuevas propuestas se ejecutaban en Italia en albañilería, mientras que aquí se materializan en piedra, tradición constructiva ampliamente extendida en nuestro país. Los nuevos modos de construir *a lo romano* o *a la antigua* conviven además con el arraigado quehacer gótico o *moderno,* de estructuras y planteamientos bien conocidos y de gran flexibilidad en los sistemas de abovedamiento al adaptarse a cualquier geometría de planta. A lo largo de casi toda la centuria tiene lugar en la arquitectura española un proceso interesante en el que, junto a realizaciones plenamente góticas o renacentistas, se manifiestan también todas las combinaciones posibles entre tradición y modernidad, conceptos que se refieren en unas ocasiones a aspectos puramente ornamentales y en otras a tipologías y modos de construir. Desde el punto de vista de la construcción de bóvedas es interesante matizar la dialéctica que se produce en este período, pues hay ejemplos formalmente clásicos que se construyen según procedimientos góticos y al contrario: bóvedas de apariencia gótica construidas por piezas enterizas según los nuevos métodos.

Los diversos artífices del Monasterio de El Escorial implicados en el diseño y construcción de bóvedas se enfrentaron plenamente al reto de materializar en piedra modelos renacentistas, en la línea que ya habían iniciado Quijano, Siloé, Machuca, Vandelvira o Hernán Ruiz. Los abovedamientos escurialenses se llevaron a cabo en toda la fábrica con gran fidelidad a dos firmes presupuestos: ausencia casi total de decoración, enlazando en este punto con la tradición románica y contrastando con la mayoría de las bóvedas renacentistas que se venían realizando en España, y construcción por piezas enterizas, aparejando de forma continua la superficie completa de la bóveda. Una de las tipologías empleada con mayor frecuencia fue la bóveda cilíndrica, olvidada durante el período gótico y con escasos ejemplos renacentistas construidos antes de El Escorial. En el Monasterio se construyeron bóvedas de este tipo con directrices diversas, apartándose en muchas ocasiones del cañón de medio punto y planteando un amplio repertorio de arcos carpanel y bóvedas rebajadas; en los encuentros entre bóvedas iguales se desarrolló espléndidamente el tema de la bóveda de arista; el problema de la apertura de huecos se abordó fundamentalmente mediante la solución de lunetos apuntados, pero también podemos encontrar ejemplos en el edificio de lo que en el siglo XVI se denominaban «arcos avanzados» o encuentro de dos cilindros de diferente radio que da lugar a una curva alabeada de cuarto grado y que en la actualidad conocemos también como «lunetos».[1]

Esta comunicación aborda el estudio de dos bóvedas cilíndricas del Monasterio de El Escorial en las que se materializan los dos tipos de lunetos mencionados: una cubre la bodega bajo la cocina del Colegio, en el cuadrante noroeste del conjunto, y otra el pórtico principal de acceso en la fachada de poniente,

zaguán del Patio de Reyes bajo la Biblioteca. El trabajo se apoya en la documentación conservada y en la realización de un levantamiento riguroso de las bóvedas para plantear una investigación sobre lo que pudo ser su traza original y el proceso constructivo que fue llevado a cabo.[2] Por otro lado, este trabajo se enmarca dentro de una tesis doctoral sobre las bóvedas del Monasterio de El Escorial.[3]

«Arcos avanzados» en la bodega bajo la cocina del Colegio

El encuentro entre cilindros de diferente radio —si fuera el mismo y los ejes se cortaran tendríamos una bóveda de arista— era una solución bien conocida en España en el siglo XVI. Los manuscritos de cantería de Alonso de Vandelvira y Ginés Martínez de Aranda explican su construcción;[4] ambos prolongan la bóveda pequeña hasta asomarla al intradós de la grande, evitando así el problema de aparejar de forma conjunta las dos piezas, cuestión que sí abordarán los escasos ejemplos de El Escorial. Andrés de Vandelvira construyó «arcos avanzados» en la cripta y la sacristía de la catedral de Jaén (h. 1560 y antes de 1579, respectivamente) y en la iglesia del Hospital de Santiago en Úbeda entre 1562 y 1569, todos con la configuración constructiva que su hijo Alonso recogería en su manuscrito.[5] Jean Chéreau construiría, entre 1557 y 1596, lunetos de este tipo en la iglesia de Saint Jean en Joigny, también con aparejo independiente de la bóveda principal.[6]

En el Monasterio de El Escorial se construyeron «arcos avanzados» en los sótanos del convento —de tamaño muy reducido, bajo el zaguán de entrada—, en el tránsito entre la iglesia y el zaguán de la sacristía —también de pequeño tamaño, pero construidos con mayor esmero— y en una de las dos bóvedas que concentra la atención de este trabajo: la bodega bajo la cocina del colegio (figs. 1 y 2).

La construcción del sector del Monasterio que comprende el ángulo noroeste del conjunto, donde habrían de ubicarse el Colegio y el Seminario, cuya terminación no apremiaba como el resto, fue acometida en último lugar. La postrera piedra de la fábrica fue de hecho colocada, el 13 de septiembre de 1584, en la cornisa del Patio de Reyes sobre el aula de teología del Colegio. La institución, hospedada desde 1575 en el Convento del Monasterio, no ocuparía sin embargo su ubicación definitiva hasta 1587 (Bustamante 1994, 429, 591–92). La documentación conser-

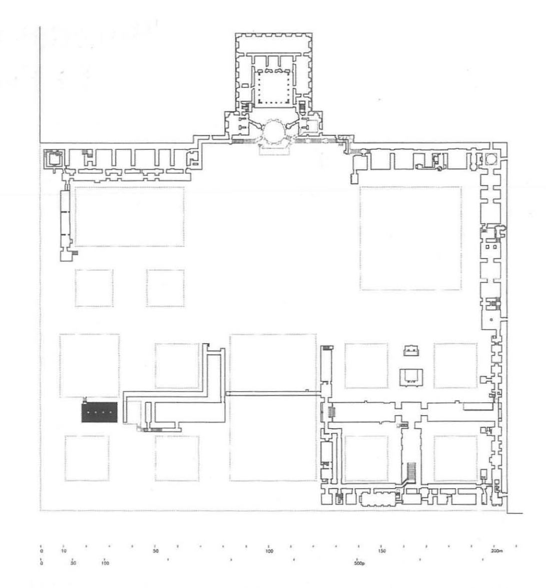


Figura 1
Planta de sótanos del Monasterio de El Escorial (–18 pies). Esquema general de estancias basado en el levantamiento realizado con M. A. Alonso Rodríguez en 2001; señalada en color gris, la sala bajo la cocina del Colegio que se estudia en esta comunicación

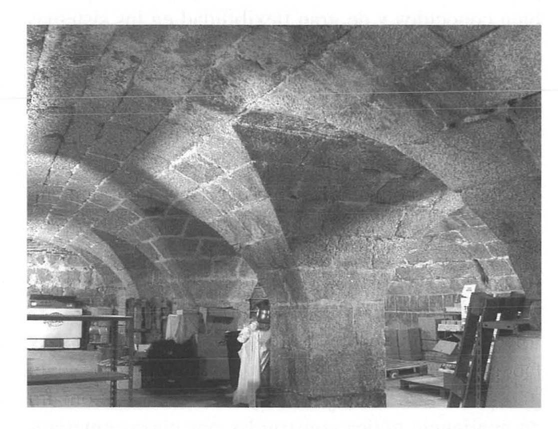


Figura 2
Bodega bajo la cocina del Colegio del Monasterio de El Escorial (fotografía de la autora por cortesía de Patrimonio Nacional)

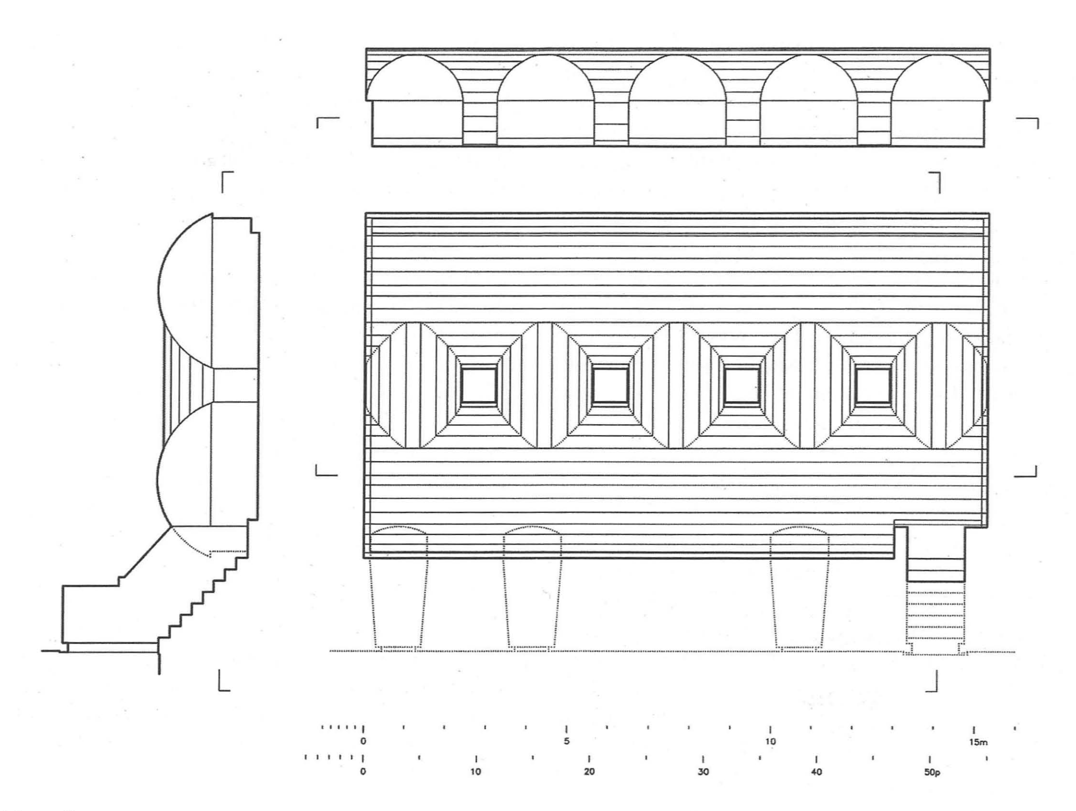


Figura 3
Planta y secciones de la bodega bajo la cocina del Colegio del Monasterio de El Escorial

vada sobre el proceso constructivo de la zona que nos ocupa es menos prolija, quizá debido a la celeridad con que la obra fue llevada a cabo. En abril de 1577 Juan de Minjares, aparejador único de cantería en la real fábrica desde 1576, redactaba junto con Fray Antonio de Villacastín las condiciones para construir los tres patios del palacio público en el ángulo noreste, incluyendo cimientos, aljibes, «las bobedas que se les hordenare debaxo de tierra labradas a picon y que tenga cada hilada pie y quarto de diente y otro tanto de lecho y con las lunetas que se les hordenare . . . Yten que si algunas obras se les mandare hazer en la partida del colesio lo hagan como se les hordenare» (Bustamante 1994, 550–51). Por otro lado, en diciembre de 1579 se contrataban los cuartos del Seminario en la fachada norte, incluyendo la torre de poniente y la cocina del colegio (Bustamante 1994, 570–73);[7] la cimentación podría estar ya construida, incluida la bodega bajo la cocina, pues no hay especificaciones al respecto. En marzo de 1580 se concertaba la construcción de las bóvedas, aljibes y cimientos del «quarto del colesio», obra fundamentalmente de ladrillo, al menos en cuanto a bóvedas se refiere, por lo que no parece probable que este contrato incluyera la bodega bajo la cocina.[8] En marzo de 1581 se contrataba la obra de la torre del zaguán (lucerna) y refectorio del colegio (*brazo* oriental adyacente) sobre unos cimientos ya levantados y nivelados hasta un pie por debajo del «suelo olladero de toda la casa»;[9] no sería descabellado pensar que la bodega, *brazo* septentrional de la lucerna a la cota de los cimientos, estaba ya construida. En enero de 1583 se concierta la construcción de la bóveda de la cocina sobre unos muros ya alzados, contratados en 1579.[10] Los datos que se desprenden de la documentación analizada no permiten fijar una fecha exacta pero sí establecer un período, 1577–1581, en el cual probablemente fueron construidas las *cantinas* o estancias de sótano del Colegio.

La bodega bajo la cocina del Colegio del Monasterio de El Escorial es una sala de 31 pies de ancho por casi 55 de largo (8,637 m por 15,309 m) a la que se accede exclusivamente desde el «Patio y corral y feruicio dala cozina del colegio y feminario», según definición de Herrera en el *Sumario* de las *Estampas*. Otras estancias en las cantinas del edificio, de sección transversal similar y altura también comprometida, tienen su cubrición resuelta con una única bóveda de cañón longitudinal rebajada: se trata de las salas bajo las primitivas cocina, ropería y refectorio del convento, en el primer caso de cantería y el resto de ladrillo. La inexistencia de una premisa de diafanidad en el espacio propició seguramente la cubrición de la bodega del Colegio de modo diferente: se dispusieron dos bóvedas de cañón paralelas en sentido longitudinal, apoyadas en los muros perimetrales y en cuatro pilares alineados en el eje de la habitación, replanteados cuidadosamente para liberar cinco pasos transversales idénticos de 2,39 m de anchura resueltos también con bóvedas de cañón.[11] Un arco escarzano, porción de un círculo de 4,14 m de diámetro, conforma la directriz de las dos bóvedas principales que no llegan por tanto a completar el medio cañón, situándose su arranque a la misma cota que el de las cinco bóvedas transversales (fig. 3). La configuración que se está describiendo produce inevitablemente el encuentro entre los diferentes cañones según curvas alabeadas de cuarto grado. El conjunto del abovedamiento completo de la sala está aparejado por hiladas horizontales continuas, con piezas que conforman la arista del luneto sin trasdosarlo.

El análisis de la solución teórica obtenida como intersección de los cañones descritos presentaba ciertas diferencias importantes con lo realmente construido: por un lado, la geometría de la arista del luneto en la zona central de la línea alabeada se apartaba claramente de la línea teórica; por otro, el problema del aparejo de la bóveda secundaria al encontrarse sus hiladas obligadas por la principal, con la aparición de una hilada desproporcionadamente ancha en la clave —resuelto en la práctica con aparejos independientes como los construidos por Vandelvira y Chéreau— brillaba por su ausencia. La búsqueda de una solución para disponer un tamaño normal en las hiladas centrales de las bóvedas secundarias llevó a Juan de Minjares a construir una solución peculiar (fig. 4).

El acuerdo entre bóveda principal y secundaria se produce sin problemas en las cuatro primeras hiladas de ambas y en ellas la arista del luneto teórico coincide con gran exactitud con la realmente ejecutada. El cañón pequeño desarrolla poca altura en su zona central y no llega a rebasar la siguiente junta de la bóveda mayor, generándose en la solución teórica la hilada ancha ya mencionada, que sin embargo Minjares no llegaría a construir: la geometría de la directriz de los cañones secundarios fue alterada a partir de la cuarta hilada para solucionar el problema. Por un lado, se dispuso un tramo horizontal central más alto que la clave original de estas piezas, a la cota de la siguiente junta de la bóveda principal que el luneto no llegaba a alcanzar; por otro, se completó la sección con un arco de circunferencia para enlazar con la directriz original (fig. 5).

Juan de Minjares se enfrentaría años más tarde al mismo problema en el zaguán occidental del Palacio de Carlos V en la Alhambra de Granada, bóveda que construyó entre 1594 y 1597.[12] La solución empleada en este caso fue diferente: la parte de la bóveda principal que interfiere con la zona alta del luneto atraviesa la bóveda secundaria interrumpiendo sus hiladas, que son entonces aparejadas de forma independiente en el número de piezas que convenga; la parte central de la arista del luneto es tallada, posiblemente una vez colocada, sólo en una de las dovelas de la bóveda principal.

Lunetos apuntados en la bóveda del pórtico principal

Los lunetos apuntados resuelven de un modo diferente la apertura de luces a través de huecos de directriz semicircular en una bóveda de cañón: ésta es seccionada por dos planos verticales que pasan por los extremos del hueco, formándose en cada caso un arco de elipse —o varios si la bóveda es oval— en el que se habrá de apoyar la superficie intermedia que se disponga hasta el hueco. La arista de encuentro, al tratarse de una elipse, es más sencilla de trazar que la curva alabeada del «arco avanzado», pero la bóveda secundaria es más compleja, constituyéndola una superficie reglada alabeada, íntimamente ligada a la configuración de su aparejo. Si los huecos tienen el mismo diámetro que la bóveda principal el problema no es el que se está planteando, pues aparece de nuevo la bien conocida bóveda de arista con superficies conformadas por cilindros. Volviendo al caso que nos ocupa, la

aparición de esa superficie *extraña* puede ser la razón por la que esta solución se haya desestimado para resolver encuentros de bóvedas en los que la secundaria tenga mayor desarrollo en longitud; los huecos de luces de los lunetos apuntados suelen apoyarse no mucho más atrás de la línea de imposta de la bóveda principal. El modelo, importado de Italia donde se resolvía fundamentalmente en albañilería, se construye en España con gran asiduidad en cantería. Las soluciones más frecuentes para el corte de piedra de los lunetos o superficies intermedias, que como decíamos condicionan su geometría, suponen irrenunciable la premisa del aparejo continuo del conjunto completo y, en general, la regularidad de las juntas de la bóveda, que quedan interrumpidas al encontrarse con la arista del luneto: de dichos puntos parten las juntas de éste, que pueden después ser trazadas de forma que mantengan paralelismo en planta o se apoyen en las divisiones en partes iguales del arco del hueco o paramento. El trazado de estos elementos no aparece recogido en los textos de cantería del siglo XVI, aunque fue construido con frecuencia.[13] Entre los primeros ejemplos construidos en España José Calvo López (2000, 167) señala los realizados en la bóveda poligonal de la cripta del Palacio de Carlos V en la Alhambra de Granada y los numerosos llevados a cabo en El Escorial.

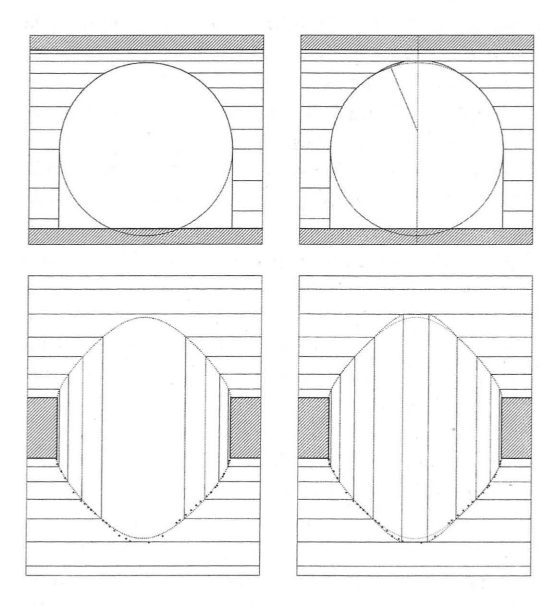


Figura 4
A la izquierda, luneto teórico; a la derecha, solución realmente construida. En la planta de ambos dibujos aparecen también señalados los puntos de la arista obtenidos en la toma de datos

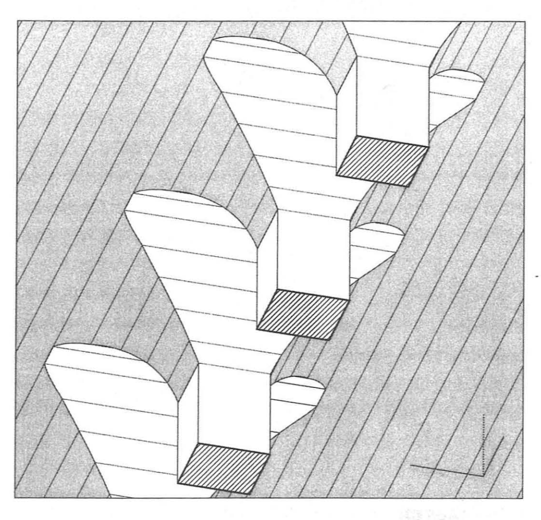


Figura 5
Axonometría de la solución construida en las bóvedas de la bodega de la cocina del Colegio del Monasterio de El Escorial, según la propuesta realizada en esta comunicación

A la hora de resolver la apertura de huecos en bóvedas cilíndricas, los artífices de las bóvedas del Monasterio de El Escorial se decantaron preferentemente por la solución de lunetos apuntados, que denominaban «lunetas», frente a la de «arcos avanzados». Sin realizar una enumeración exhaustiva, podemos encontrar ejemplos construidos en cantería en los sótanos de poniente en la *pescadería*, abiertos sobre una bóveda oval, o en los cañones de los pasillos de distribución; en los sótanos de las zonas meridional y oriental en bóvedas de cañón, y en bóvedas ovales en los corredores perimetrales del Claustro Mayor, patios de Palacio y en los pórticos de la igle-

sia y entrada principal. Entre todos estos ejemplos se ha elegido para estudiar en esta comunicación la bóveda situada en el pórtico principal de la fachada de poniente, zaguán del patio de Reyes bajo la Biblioteca, por su mayor luz (figs. 6 y 7).

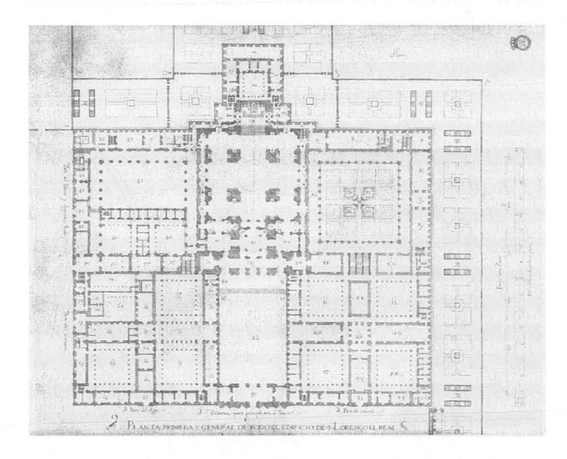


Figura 6
Primer Diseño de las *Estampas* del Monasterio de El Escorial dibujadas por Juan de Herrera y grabadas por Perret

El lugar en el que se habría de ubicar el pórtico del Monasterio de El Escorial en la fachada de poniente constituyó el paso principal de carretería al interior de la obra, lo que probablemente demoró el comienzo de su construcción. En septiembre de 1579 se concertaba la obra, dividida en dos partidas iguales según el eje de simetría de la entrada, con dos equipos de maestros canteros; en enero de 1583 faltaban bóvedas por cerrar, terminándose todo en el mes de octubre del mismo año (Bustamante 1994, 561–566).

El pórtico principal bajo la Biblioteca es un espacio de planta rectangular de 31 pies de ancho (8,637 m, igual que la bodega de la cocina del Colegio) por 82 1/3 pies (22,938 m) y está cubierto por una bóveda de cañón rebajada, con un desarrollo en altura de 2,99 m y una imposta a 5,96 m del suelo. Cuatro arcos transversales ligeramente resaltados respecto al intradós conforman tres sectores en los que se abren los huecos de paso al Patio de Reyes en la parte oriental y la puerta principal y dos arcos ciegos en el lado occidental (fig. 8).

La documentación conservada sobre el proceso de traza y construcción de la bóveda del pórtico del Monasterio ofrece de nuevo pocos datos que arrojen luz en la reconstitución del proceso: las condiciones redactadas por Juan de Minjares contienen sólo escuetas y generales referencias.[14] La sección transversal de la bóveda fue sin duda el punto de partida: se trata de un arco carpanel de tres centros que no se ajusta, como tantos otros del Monasterio, a los trazados de proporciones fijas conocidos entonces;[15] el diseño parece haberse resuelto situando inicialmente el centro de los arcos de arranque a 9 pies de la imposta de la bóveda, lo que para una luz de 31 pies deja 6,5 hasta el eje de simetría; trazando desde cualquiera de estos centros una línea recta inclinada 60º respecto a la horizontal —operación que se puede realizar con el compás, «pinchando» en uno de los centros y «abriendo» hasta el simétrico, pues estamos formando un triángulo equilátero— hasta cortar al eje vertical de la sección, donde se situaría el centro del arco medio. El proceso de dibujo a partir de aquí reproduce el de cualquier arco carpanel de centros conocidos, pues la única condición que se debe cumplir para que los arcos de circunferencia a enlazar sean tangentes entre sí es que exista alineación entre los dos centros y el punto de encuentro: trazada esta recta, el primer arco se prolonga sólo hasta cortarla; retrocediendo sobre ella hasta el centro inferior se completa la figura hasta el eje de simetría. El desarrollo en altura de la bóveda no es en este caso un dato conocido *a priori,* pero fácil de tantear hasta encajar una solución aceptable desplazando el punto elegido inicialmente como centro del arco de arranque. Los datos necesarios para reconstituir el trazado de la sección de la bóveda se tomaron en las zonas cercanas a los testeros, pues en el centro se advierte a simple vista una considerable deformación, constatándose en este levantamiento una flecha máxima de 18,3 cm (fig. 9).[16] El espesor que especificaban las condiciones redactadas por el aparejador Lucas de Escalante en 1569 para las bóvedas del piso bajo de los corredores del Claustro Mayor, 1 pie y /, se ajusta a los datos obtenidos en este trabajo, en el que se sitúan intradós de la bóveda y suelo de la Biblioteca. Juan de Herrera dibujaba en el *Quinto Diseño* de las *Estampas* una bóveda muy delgada, con menos de la mitad del espesor teórico, que tuvo además que ser incrementado para nivelar el solado del piso superior.

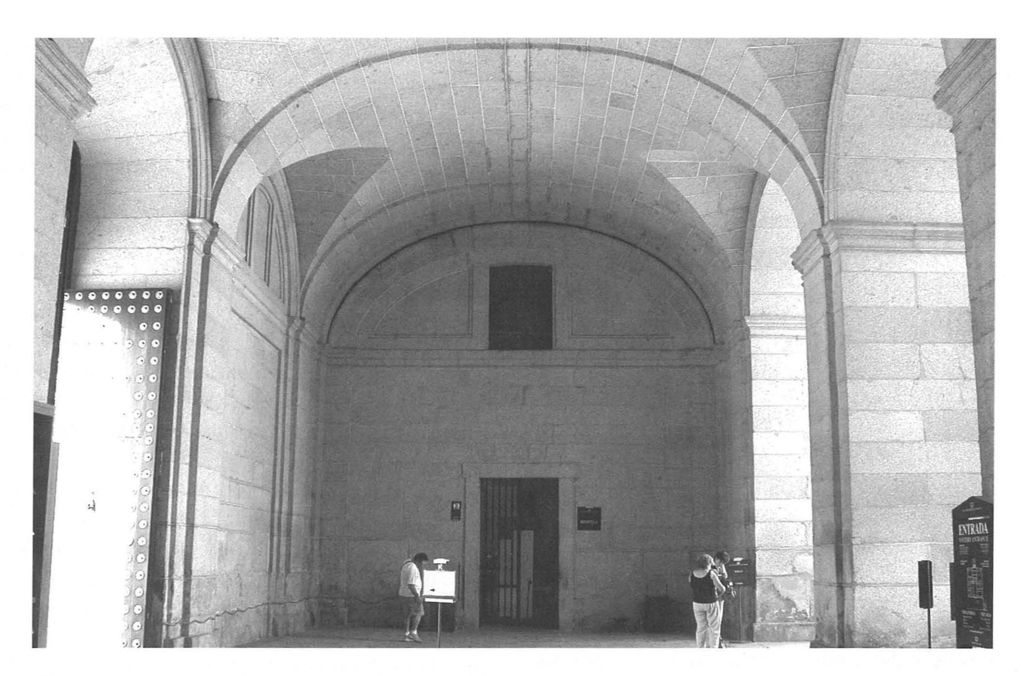


Figura 7
Pórtico principal en la fachada de poniente del Monasterio de El Escorial (fotografía de la autora por cortesía de Patrimonio Nacional)

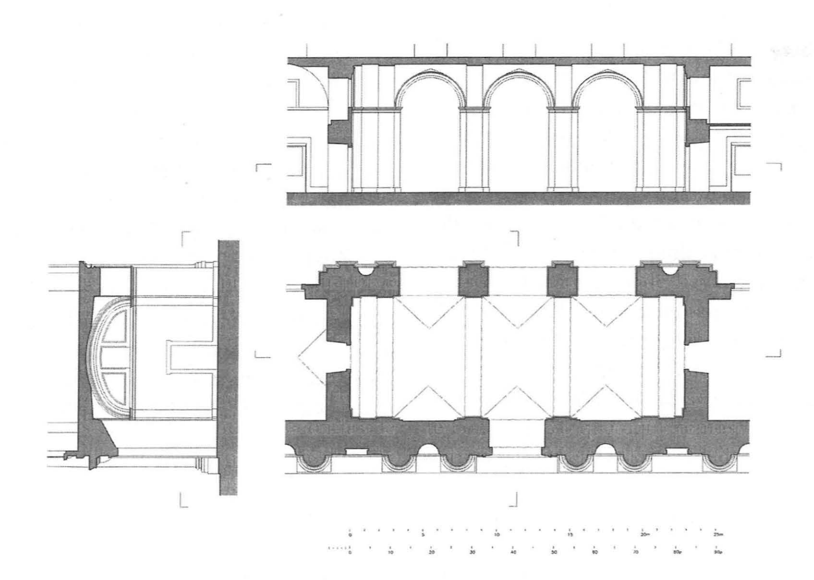


Figura 8
Planta y secciones del pórtico principal del Monasterio de El Escorial

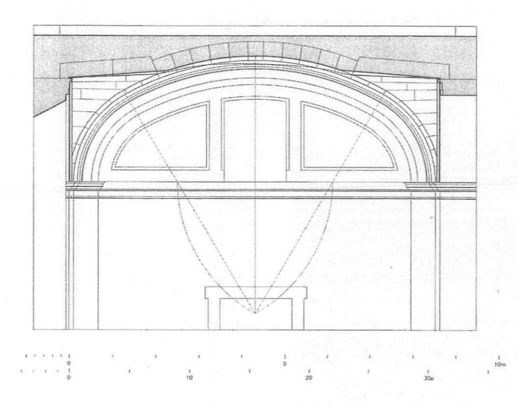


Figura 9
Sección transversal de la bóveda del pórtico principal del Monasterio de El Escorial. En línea de trazos, dibujo de la deformada de la sección en el tramo central

El despiece de la bóveda principal está conformado por trece hiladas más la clave en cada uno de los cuatro cuadrantes en que dividen el pórtico sus dos ejes de simetría, salvo el nororiental que tiene una hilada más. Una vez tomada la decisión de la anchura de los huecos de paso y descontando el espesor de los arcos situados sobre ellos, se obtiene el diámetro del arco directriz del luneto. Los planos verticales que arrancan de sus extremos seccionando a la bóveda principal no forman aquí, y tampoco en otros muchos ejemplos del propio Monasterio, 45° con la imposta de la bóveda;[17] su trazado parece venir condicionado más bien por el peralte del luneto. Con este último criterio se trazaron las «lunetas» del Claustro Mayor: «Estas dhas lunetas an de yr capialçadas un pie en la parte do se juntan las dos aristas poco mas o menos mas en la clabe del arco donde cargan las dhas lunetas».[18] El peralte fijado en el pórtico principal podría ser de fl de pie: trazado el vértice del luneto en la sección, la posición en planta aparece ya determinada, obteniéndose en este caso un ángulo sensiblemente menor de 45° para la proyección de las aristas (la distancia en planta entre los vértices teóricos y los reales alcanza en algunos puntos los 26 cm, medida cinco veces mayor que el desplome máximo, por lo que no es lógico pensar que éste sea el causante de una reducción del ángulo de 45°). Resta por decidir el despiece del luneto, resuelto aquí por hiladas paralelas en planta coincidentes con las correspondientes de la bóveda principal en su encuentro con la arista.[19] La irregularidad que aparece consecuentemente en el despiece del hueco del luneto es disimulada aquí por la moldura del arco de apoyo (figs. 10 y 11).

CONCLUSIONES

La escasez de ejemplos de «arcos avanzados» —intersecciones de cilindros de diferente radio— en el Monasterio de El Escorial indica que se trataba de una solución que no contaba con el beneplácito de sus artífices. No sabemos si rechazaban la configuración formal del modelo o la complejidad de aparejarlo en piedra de forma continua, pero parece claro que evitaron su construcción. El ejemplo estudiado en esta comunicación revela problemas en la realización solventados con pericia pero de forma excesivamente compleja: el resultado es un caso inusual en el que el corte de piedra no se somete a la geometría de la bóveda intentando además construirla de la forma más sencilla posible, sino que la transforma. Lo que en un primer análisis de datos parecían irregularidades en la ejecución de las bóvedas secundarias eran en realidad alteraciones en la traza original. Juan de Minjares mejoraría sin duda la solución del problema años más tarde en el zaguán occidental del Palacio de Carlos V en la Alhambra de Granada. Sin embargo, y a pesar de sus peculiaridades, sería importante constatar que la solución construida en la bodega de la cocina del Colegio del Monasterio de El Escorial podría constituir uno de los ejemplos más tempranos de «arcos avanzados» aparejados por piezas enterizas en continuidad con la bóveda.

Lunetos apuntados fueron construidos con gran maestría en muchos puntos del Monasterio. Esta preferencia podría fundamentarse en la facilidad de su construcción, en la flexibilidad de su trazado, en su apariencia formal o, probablemente, en el conjunto de todas ellas.

NOTAS

1. Sobre lunetos es obligada la consulta del trabajo de José Calvo López (2000, 165–175) quien aborda el problema desde el punto de vista teórico y su construc-

Figura 10
Planta y sección longitudinal de la bóveda del pórtico principal del Monasterio de El Escorial. En los dibujos aparecen representadas todas las juntas e hiladas y con línea de trazos en la sección, la deformada de la bóveda en la actualidad

ción en España en el siglo XVI, analizando el contenido de los tratados de la época y realizando referencias a los ejemplos construidos que se citan en esta comunicación.

2. La necesidad de obtener datos precisos sobre la geometría de las bóvedas, su despiece y su entorno próximo propició la realización de un levantamiento riguroso específico para este trabajo. La medición, especialmente en zonas inaccesibles, se llevó a cabo con una estación total láser de lectura directa que funciona sin prisma de reflexión, completándose con cinta y distanciómetro. La imposibilidad de radiar todos los puntos desde un único estacionamiento hizo necesario *fundir* en un mismo sistema de coordenadas datos tomados desde bases diferentes (cinco en el pórtico principal y siete en la bodega del Colegio) mediante puntos comunes visados desde cada posición. La *nube* de puntos finalmente obtenida en cada caso fue analizada y procesada en un programa de CAD en un único ar-

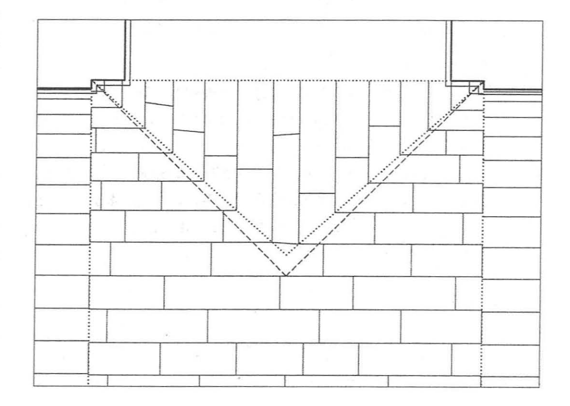


Figura 11
Planta del luneto sureste. Señalada a trazos, línea teórica del luneto «a 45º»

chivo donde se prepararon todos los dibujos que se presentan en este trabajo.

El levantamiento se ha podido llevar a cabo gracias a la posibilidad de utilizar el instrumental de que dispone el Departamento de Ideación Gráfica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y a la siempre amable disposición tanto de la Delegación de Patrimonio Nacional en el Monasterio de El Escorial como de la dirección del Colegio Alfonso XII, para autorizar y facilitar el acceso en todas las visitas necesarias para completar la toma de datos.

3. «Las bóvedas del Monasterio de El Escorial», dirigida por Enrique Rabasa Díaz, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
4. Vandelvira h. 1575–1591, tít. 30, «Arco avanzado en cercha» y Martínez de Aranda h. 1600, Pl. 48–50, «Arco avanzado en bóveda».
5. Datos sobre las obras de Andrés de Vandelvira en Chueca Goitia (1971, 151–181 y 195–216) y Morales Martínez (1989, 174–185).
6. Pérouse de Montclos 1982, 96. Chéreau representa además las bóvedas de esta iglesia en su manuscrito (h. 1567–74, f. 102v).
7. En las condiciones y contrato de 1579 no hay referencia expresa a la construcción de la cocina; sí aparece sin embargo en la nueva escritura de obligación que firman los contratistas en marzo de 1581 debido al fallecimiento de uno de ellos, en la que se especifica que «se encargaron y obligaron de hazer la obra de canteria y albañiria del quarto del cierço de la scalera que sube al andar de los cinquenta y seys pies que su comienço es encima de los caños del conduto del agua y fenece en la torre del puniente con todo el cuerpo de la dha torre y el quarto de la cocina del colegio hasta llegar a la torre del çaguan» (Bustamante 1994, 584), nombrándose sustitutos que se obligaron a proseguir y acabar la obra.
8. «Señor. Francisco Rodríguez y Juan Romero, residentes en esta fabrica se an concertado que haran la froga de las bouedas y aljibes y cimientos del quarto del colesio a diez y ocho reales la tapia de mamposteria de doscientos pies quadrados dandoles la piedra adonde puedan allegar a la descargar las carretas y la cal batida una uez descargada adonde al aparejador le pareciere estar mas acomodada y que haran las bovedas grandes de dos pies de grueso revocadas y cortadas por debajo y bien limpios los ladrillos . . . y la boueda de los aljibes de asta y frente de ladrillo del grueso . . . y la alvañeria de pie derecho de ladrillo de los dhos aljibes de asta y frente de grueso . . . y las bouedillas de los transitos que son de siete u ocho pies de ancho y de grueso un pie, con las lunetas que se les hordenare» (Bustamante 1994, 572).
9. Bustamante 1994, 580.
10. Bustamante 1994, 585.
11. Los datos tomados en todas ellas permiten afirmar, con la tolerancia que una labra bastante tosca —lógica por otro lado en unas dependencias de servicio— exige considerar, que las hiladas son horizontales y paralelas y que la directriz es circular, aunque este último punto se matizará más adelante.
12. El nombramiento de Juan de Minjares al frente de las obras del Palacio de Carlos V en la Alhambra de Granada se producía en 1583, pero no juró el cargo hasta 1588, realizando en ese período una sola visita a la fábrica real en 1584. En 1592 se contrataba piedra para la bóveda del zaguán occidental; en febrero de 1594 se compraba madera para la cimbra de un tercio de la bóveda, que luego sería desmontada y utilizada en la zona central y en 1597 se ordenaba la aplicación de cal sobre el intradós (Rosenthal [1985] 1988, 139–145).
13. José Calvo López realiza una clara descripción geométrica del problema y analiza los textos del siglo XVII que sí describen y estudian este tipo de lunetos (2000, 166–170).
14. Bustamante 1994, 561–563. Por otro lado, los dibujos un tanto idealizados de Herrera (1589) y los del riguroso levantamiento de Javier Ortega Vidal (1999) han arrojado luz oportunamente en puntos clave de este trabajo.
15. Óvalos de Serlio, Vignola, Hernán Ruiz y Vandelvira. Sobre este tema, véase Gentil 1996, 77–147.
16. Agradezco las indicaciones de Santiago Huerta sobre la existencia de un desplazamiento lateral en los apoyos al producirse la deformación de la bóveda. No hace falta aclarar que efectivamente existe: 5,85 cm en la clave del arco de la embocadura del luneto central de la parte del patio de Reyes y sólo 1,29 cm en el punto simétrico del lado de la fachada principal. La imposta de la bóveda tiene un desplazamiento en la zona del patio de 2,45 cm. El muro de la fachada principal es más grueso, pero también podría argumentarse que había más altura construida en esa parte a la hora de descimbrar la bóveda y por eso el desplome es menor.
17. Esa era la recomendación de Fray Laurencio de San Nicolás para bóvedas de cañón de medio punto, «porque fiendo rebaxada, no puede fer la regla igual, ni darfe general» (1639, fol. 103v).
18. Bustamante 1994, 237.
19. La superficie que así conforma el intradós del luneto se denomina en Geometría Descriptiva *cilindroide,* superficie reglada alabeada formada por rectas que se apoyan en dos líneas curvas (arista del luneto y hueco semicircular) y se mantienen paralelas a un plano.

Lista de referencias

Bustamante García, Agustín. 1994. *La octava Maravilla del Mundo. (Estudio histórico sobre El Escorial de Felipe II).* Madrid: Alpuerto.

Calvo López, José. 2000. «Lunetas y arcos avanzados. El trazado de un elemento constructivo en los siglos XVI y XVII». En *Actas del 3er Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 165–175. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Chéreau, Jean. 1567–74. *Livre de l'architecture,* manuscrito conservado en la Biblioteca Municipal de Gdansk con el nº 2.280.

Chueca Goitia, Fernando. 1971. *Andrés de Vandelvira arquitecto.* Jaén: Instituto de Estudios Giennenses y Patronato José María Quadrado del CSIC.

Gentil Baldrich, José María. 1996. «La traza oval y la sala capitular de la catedral de Sevilla. Una aproximación geométrica». En *Qvatro edificios sevillanos. Metodologías para su análisis*, 77–147. Sevilla: Demarcación de Sevilla del Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental.

Herrera, Juan de; P. Perret. 1589. *Estampas.* Madrid. Colecciones completas en la Biblioteca Nacional (Sala de Estampas, signatura 8–19) y Biblioteca del Palacio Real de Madrid.

Martínez de Aranda, Ginés. Hacia 1600. *Cerramientos y Trazas de Montea,* manuscrito conservado en la Biblioteca del Servicio Histórico Militar de Madrid; facsímil en Madrid: CEHOPU, 1986.

Morales Martínez, Alfredo J. 1989. «Tradición y modernidad, 1526–1563», en *Arquitectura del Renacimiento en España, 1488–1599.* Madrid: Cátedra.

Ortega Vidal, Javier. 1999. *El Escorial; dibujo y lenguaje clásico.* Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V.

Pérouse de Montclos, Jean-Marie. 1982. *L'architecture à la française. XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles.* París: Picard.

Rosenthal, Earl E. [1985] 1988. *El Palacio de Carlos V en Granada.* Traducido pore Pilar Vázquez Álvarez. Madrid: Alianza Editorial.

San Nicolás, Fray Laurencio de. 1639 y 1664. *Arte y vso de architectvra.* Madrid: s.i. (facsímil en Madrid, Albatros, 1989).

Vandelvira, Alonso de. Hacia 1575–1591. *Libro de traças de cortes de piedras,* copias manuscritas en Mss. 12.719 de la Biblioteca Nacional de Madrid y R. 10 de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid (facsímil de la segunda en Geneviève Barbé-Coquelin De Lisle. 1977. *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira.* Albacete: Caja de Ahorros).

La Torre del Valle de San Andrés (Tenerife): Técnicas y evolución de su construcción defensiva

Mª Pilar de Luxán, Vanesa Fernández
Fernando Dorrego, Beatriz Vicente

La Torre del Valle de San Andrés (Tenerife) (fig. 1), constituye una referencia de gran interés histórico por ser una de las defensas militares construida con la función clara de evitar el acercamiento a la costa de los buques en el ataque a la isla. La Torre resultó enormemente operativa en el ataque de la escuadra inglesa al mando del almirante Nelson en 1797. El trabajo se ha centrado en el análisis histórico de su estructura y en la tipología de sus los materiales constitutivos que proporcionan también datos sobre las técnicas constructivas. Se incluyen aspectos sobre los principales factores de degradación que afectan a su conservación

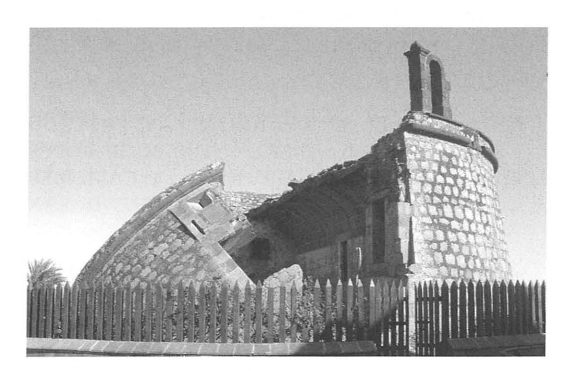


Figura 1
Torre del Valle de San Andrés (2004)

Contexto histórico de las construcciones costeras defensivas

Las numerosas torres vigías de la Península Ibérica construidas a lo largo del siglo XVIII, muestran la inquietud y la riqueza durante este periodo de la ingeniería militar.

La situación política-militar de la España de los siglos XV al XVIII tuvo consecuencias destacables en la configuración del territorio peninsular, debido a la necesidad de «defender y controlar» las fronteras de los reinos peninsulares y originó la creación de una serie de estructuras fundamentadas desde un primer momento en un objetivo claramente defensivo. Con anterioridad al año 1520 el interés se había centrado en la costa sur, más tarde en la frontera con Francia y, en una década posterior, el levante mediterráneo (Cataluña, Valencia, Islas Baleares) se convirtió en punto de mira clave para el emperador Carlos V.

Poco a poco la Península fue obteniendo un aspecto de fortificación militar inexpugnable. Sus ciudades se fortificarán, pero la defensa de sus costas influirá en el levantamiento de innumerables torres vigías que convertirán la costa peninsular en una frontera amurallada:

> Cerrar la costa como una muralla; haziendo cuenta que los lugares della sean Baluartes, los Puertos sean las Puertas, y las torres las garitas, o atalayas.
> (Antonelli, ingeniero principal de Felipe II) (Cámara 1991, 90)

Dentro de la coraza trazada en las costas la función de las torres era clave. Lo que en principio eran torres vigías que alertaban de la llegada de corsarios, se convirtieron, ya en el siglo XVII, en enclaves donde se situarían las potentes piezas de artillería, lo que influirá en su morfología constructiva.

Esta actividad ingente destinada a la defensa del territorio derivará a principios del siglo XVIII en la una necesidad de mantener, rehabilitar y reconstruir las antiguas construcciones defensivas. Esta la actividad militar se vio impulsada por los ingenieros procedentes de Flandes y de Francia. Los nuevos planteamientos políticos de Felipe V se basarán en una defensa del estado dando importancia al bienestar y a la mejora de las condiciones de vida de sus súbditos, bienestar que comienza, al igual que en siglos anteriores, por su propia seguridad:

> El peligro reside en las zonas costeras, excesivamente a menudo expuestas a las incursiones de los piratas y otras marinas enemigas. Será preciso emprender una labor de rehabilitación de las antiguas fortificaciones y al mismo tiempo en muchos casos necesario construir nuevas y mejores, donde la importancia del puesto a defender así lo requiera. (Marzal 1991, 34).

De ello derivará la creación de un Real Cuerpo de Ingenieros de los Ejércitos y Plazas, a las ordenes de Jorge Próspero de Verboom, y la siguiente promulgación de las primeras ordenanzas conocidas como «Ordenanzas de 1718» junto con la creación de la Real Junta de Fortificaciones, que afectará directamente a las técnicas constructivas presentes en las construcciones defensivas.

En lo que respecta a las Islas Canarias cabe destacar que la defensa del Archipiélago hizo que la atención a las islas fuese constante, llegando a una treintena el número de ingenieros que actuaron a lo largo del siglo, siendo la fortificación y la construcción de cuarteles e instalaciones militares sus actividades fundamentales (Capel 1983, 27; Pinto y de la Rosa 1996).

La Torre de San Andrés

El origen de las construcciones defensivas en las en las Isla de Tenerife se debe al interés por la defensa de los ataques de los piratas en el siglo XVI, los corsarios y bucaneros en el XVII y las luchas contra ingleses, franceses y holandeses en el s. XVIII (Laorden 2000, 43).

Entre los ingenieros destinados a Canarias, será el ingeniero del Real Cuerpo Miguel Tiburcio Rossel quien ocupe la dirección de las fortificaciones en las Islas a fines del s. XVII (Laorden 2000, 48). Construyó el Castillo de San Pedro en la marina de la Candelaria y el Fuerte de San Andrés en 1706.

En 1738 el problema de la defensa de Canarias se agudizaba debido a las diferencias con Inglaterra. Por ello se planteó la necesidad de fortificar las islas y acometer un nuevo plan de acción y de ahí la llegada a las islas de un grupo de oficiales que, el 23 de noviembre de 1738, fueron enviados «para reconocer e informar del estado de las Dependencias» (Capel 1983, 23). En la comisión se encontraba Antonio Riviere, nombrado ingeniero jefe y coronel en 1740, que fue destinado a Santa Cruz de Tenerife y cuya misión fue establecer la situación en materia de la isla. Elaboró informes que reflejaban el mal estado de las antiguas fortalezas defensivas construidas, entre las cuales se hallaba la Torre del Valle de San Andrés, lo que constituye una referencia de su existencia en esta época.

Esta mala situación de las construcciones que señala Riviere en sus informes lleva a un nuevo planteamiento defensivo con levantamientos y reconstrucciones en una serie de enclaves entre los que se encontraba el Valle de San Andrés. Pero será en 1769 cuando el ingeniero Alfonso Ochando levante el castillo de San Juan, el de la Plataforma de Paso Alto, la batería de nuestra señora de la Concepción y la Torre de San Andrés que actualmente se conoce. Su función era evitar el acercamiento de los buques enemigos, que se favorecían de los vientos de E-SE. Su origen histórico se corrobora en la inscripción tallada de la placa que figura sobre la puerta de acceso (fig. 2) y que dice así:

> REYNANDO EL SR. D. CARLOS iii MANDANDO ESTAS YSLAS EL EXMO. S. DN. MIGE LOPES FERNZ. DE HEREDIA MARISCAL DE CAMPO SE CONSTRUIO ESTA FORTIFICACION Ð SAN ANDRÉS AÑO DE 1769

Las primeras fuentes documentales conocidas sobre los planos y los perfiles de la Torre y que se conservan están fechadas en 1740 (fig. 3) y 1773 (fig. 4), y fueron realizadas por Antonio Riviere y Joseph Ruiz, que corresponde básicamente a los restos de la Torre existente hoy.



Figura 2
Placa que recuerda la construcción de la Torre

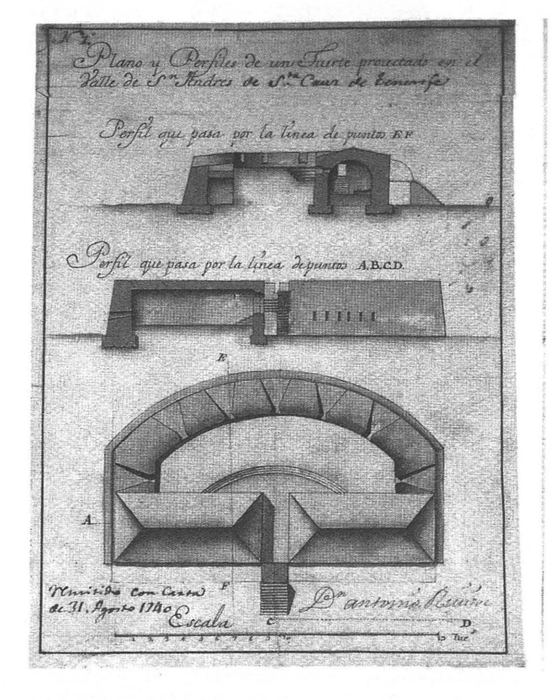


Figura 3
Antiguo planos de la Torre (A. Riviere, 1740)

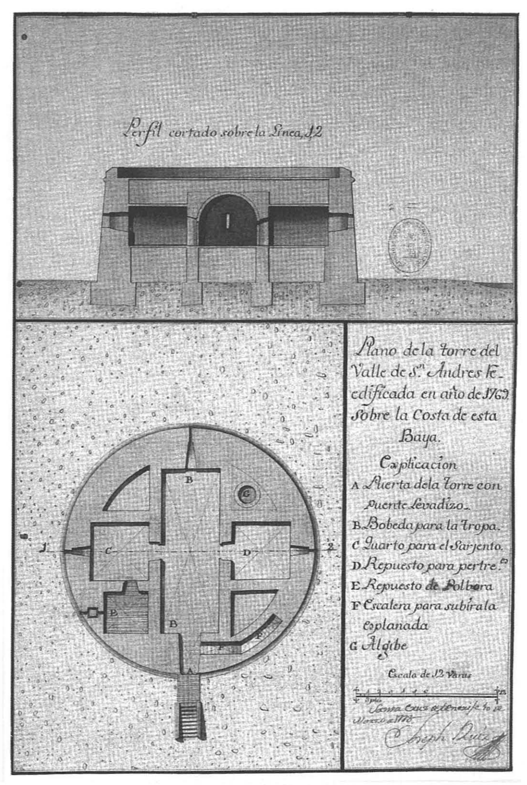


Figura 4
Planos de la Torre (J. Ruiz, 1773)

Estructura arquitectónica de la Torre y deterioro

La estructura de la Torre se encuentra en consonancia con la arquitectura militar patente en las costas peninsulares, con división de la estructura interna en niveles:

- Sobre la cimentación se encuentran las habitaciones propias para facilitar la estancia y abastecimiento de las tropas (de N-S las habitaciones del sargento y la de repuesto de pertrechos, ambas abovedadas) (fig. 5) así como la puerta de acceso, a través de un puente levadizo al O (fig. 4).
- La primera planta, la explanada.
- La coronación, con existencia de un «campanario con su campana de metal con un cepo» (información obtenida del informe de reforma realizado en 1843) (fig. 6).

En la parte inferior se puede observar la existencia de un plinto (fig. 7a), que actualmente no está visible al estar bajo tierra.



Figura 5
Detalle del antiguo acceso elevado y vista de la sala abovedada.

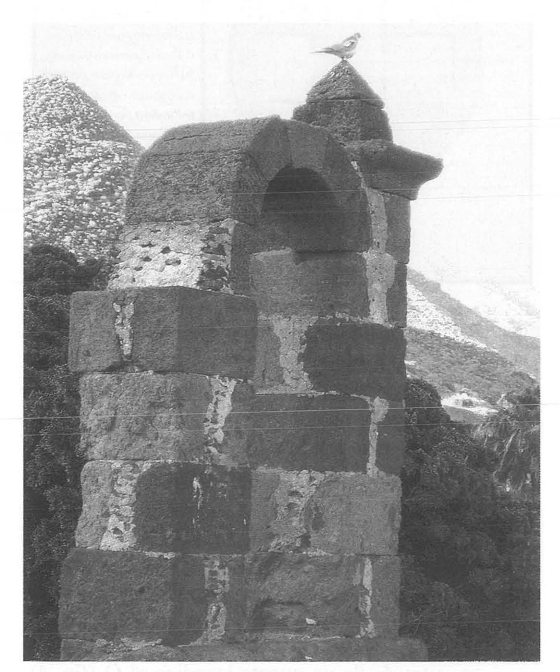


Figura 6
Campanario

La morfología primitiva de la Torre difiere mucho de su estado actual, debido a su degradación. Su situación junto a la playa en la entrada de un valle, en el encuentro de las laderas de altas montañas, donde se conforma un cauce natural fluvial que va a morir al mar ha sido el origen de su principal causa de daños. En dos ocasiones —durante el siglo XIX— la Torre se vio afectada por el impacto de las aguas torrenciales que arrastraban fango y depósitos de tierras altas (figs. 7a y 7b). Debido a ello, se colapsó la estructura, quedando la mitad de la construcción en pie, posiblemente la que se asentaba en roca, mientras que el resto fracturó en varias partes que cayeron sobre el terreno formado por antiguos depósitos de tierras. Por su enclave la Torre sufre a causa de los



Figura 7a
Estado de la Torre tras el primer derrumbe en el siglo XIX

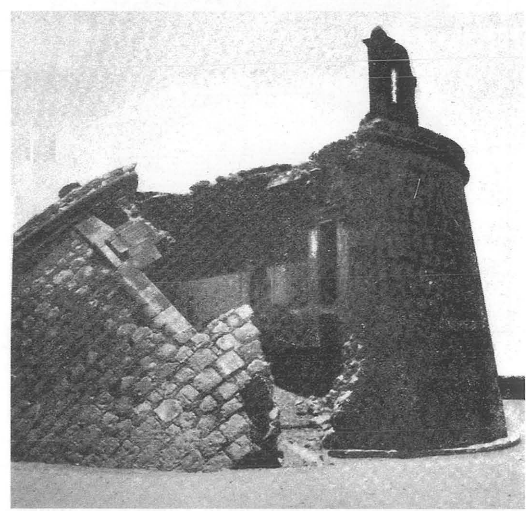


Figura 7b
La Torre tras un nuevo derrumbe en el siglo XIX (Lanuza 1955)

movimientos sísmicos acaecidos en el área geográfica y de fuertes riadas, como la del año 2002, que arrastran tierras y lodo elevando la cota del suelo y enterrando poco a poco la fortaleza, como se aprecia por contraste con la situación en el siglo XIX (fig. 7a). Por otra parte la ubicación de la Torre a orillas del mar influye en la conservación de los materiales expuestos al ambiente marino, y tras el colapso, también de aquellas zonas de se estructura interna.

Técnicas y materiales constructivos

Los materiales pétreos proceden de los depósitos naturales de rocas volcánicas de la isla de Tenerife. Según los datos geológicos, los sillares tallados toscamente de la estructura están constituidos por una diorita verde, roca de origen volcánico extraída de una cantera cercana en el Valle de San Andrés. El cordón perimetral de la coronación, el campanario y los sillares de la bóveda de medio cañón presentan una tipología diferente de roca volcánica con coloración rojiza y función también decorativa. Por lo que concierne a los elementos decorativos, la piedra fue más cuidada en la talla de sus bloques.

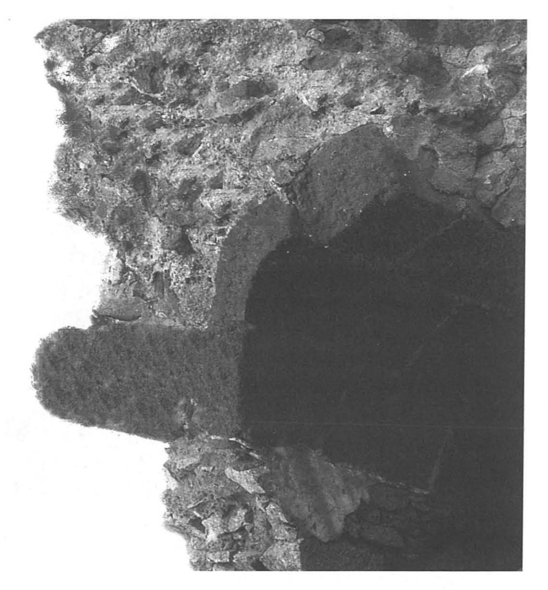


Figura 8
Cordón de la coronación en su sección

Estudios previos sobre la Torre de San Andrés relacionan el elemento arquitectónico con le tipo de material empleado en su construcción (Luxán et al. 2001b) y establecen pautas para el diagnóstico de daños (Luxan *et al.* 2001a).

La situación de colapso en la que se encuentra la estructura ha permitido acceder también al estudio de los materiales internos y diferenciar las técnicas de construcción:

- El muro troncocónico está constituido por mampostería de cantería en sus dos caras externas. El tipo de estructura muraria es típica de los baluartes militares, especialmente pensada para amortiguar los impactos de la artillería.
- La parte superior la conforma un parapeto separado en todo su contorno por un cordón perimetral (fig. 8). El relleno interior es de mortero y piedra.
- La mampostería presenta juntas entre los sillares muy amplias con enripiado de diorita verde en forma de lascas, colocadas ordenadamente según tradición canaria, y mortero de junta (fig.9).
- El intradós de la bóveda de medio cañón se está formado por sillares de piedra volcánica rojiza y juntas finas de mortero (fig.10).

En cuanto a los morteros empleados en la Torre se aprecian diferentes tipos dependiendo su función (Luxán *et al.* 2004):



Figura 9
Muro y zona de rotura

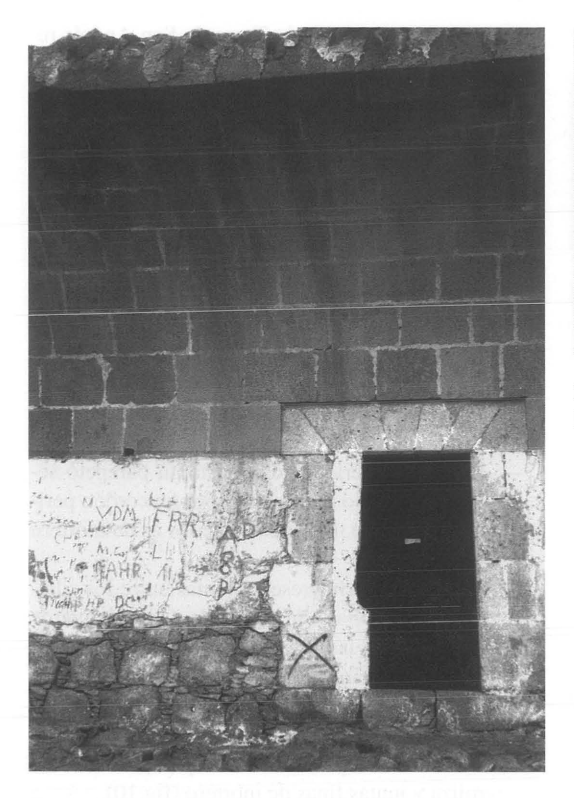


Figura 10
Intradós de la bóveda interior. Detalle de las juntas de los bloques.

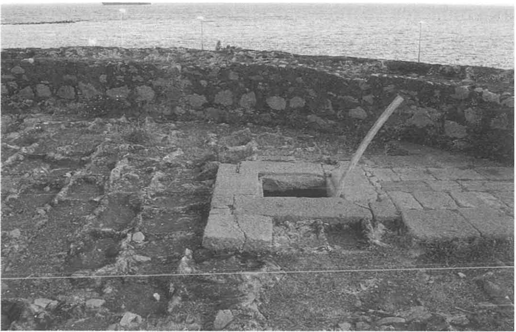


Figura 11
Parapeto de la coronación. Entrada del aljibe.

- Mortero para los revestimientos y juntas, compuesto por una mezcla de cal con árido basáltico fino (<2 mm). En el recinto de entrada existe una segunda aplicación con una pintura a la cal con coloración rojiza que forma un rayado en diagonal sobre la base blanca. Esto constituye un dato interesante que se observa en los revestimientos situados en el interior de la zona de acceso a la Torre y recorren tanto la zona superior de la puerta de entrada como ambos laterales, con restos más abundantes en la parte izquierda (fig. 11). Esta decoración no se ha detectado en otros lugares del interior, ni en la escalera, ni en los paramentos de la sala abovedada.
- Mortero estructural, de carácter hidráulico a base de cal con áridos de granulometría variable y tamaños superiores a 2 cm. Su resistencia mecánica es alta, muy resistente al impacto, cualidad esencial en una construcción defensiva. Constituye el interior del muro troncocónico.
- Mortero de relleno empleado en el parapeto de la coronación. Está compuesto por un mortero de base de cal, con granulometría de áridos y tipología similar al de los revestimientos, pero esta vez con abundantes caliches lo que indica una técnica ejecución diferente. Esta mezcla ofrece menor resistencia mecánica. Esta zona (fig. 12) es la que sufriría los mayores daños ante un ataque naval.

En esta explanada superior (fig. 12) se aprecia el aljibe que, con el paso del tiempo ha sufrido también desgaste y que han ocasionado pérdidas de agua al interior del muro, siendo así causa del deterioro de los sillares externos sometidos al transporte de humedad y de sales solubles que más tarde cristalizan formando eflorescencias y criptoflorescencias.

Consideraciones finales

La Torre de San Andrés posee los elementos arquitectónicos de una construcción defensiva como fortificación militar. La selección de los materiales ha sido adecuada con materiales de excelente calidad que garantizaban la finalidad de la construcción con un objetivo claramente defensivo.



Figura 12
Detalle de la decoración del revoco con franjas rojizas.

Los morteros estructurales, elaborados en el siglo XVIII, tienen carácter hidráulico y el material pétreo empleado en la estructura es una diorita verde. Ambos tipos de materiales poseen una elevada resistencia mecánica.

En el análisis histórico y de su estado actual se establece que las causas de degradación de la Torre se deben principalmente:

- Al impacto de las aguas torrenciales y aluviones procedentes de las montañas, en su salida al mar, que ocasionaron el colapso de su estructura en dos ocasiones en el s. XIX.
- Al paso del tiempo en un ambiente marino con vientos dominantes, agravada por la falta de conservación de las ruinas.
- A la penetración de agua en el interior de los muros (aljibe), expuestos también al agua de lluvia, unido a fenómenos de transporte y cristalización de sales, que causan deterioro principalmente en los materiales pétreos (laminaciones y desintegración) y en los morteros de junta exterior.

Agradecimiento

La investigación de los revestimientos y su durabilidad está enmarcada en el proyecto CICYT PN – BIA2004–04506.

Lista de referencias

Cámara Muñoz, Alicia. 1991. Fortificación, ciudad y defensa de los reinos peninsulares en la España imperial. Siglos XVI y XVII. En *La ciudad y las murallas.* Editorial Cátedra.

Capel, Horacio. 1983. *Los ingenieros militares en España, siglo XVIII: repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial.* Universidad de Barcelona.

Laorden Ramos, Carlos. 2000. Los ingenieros y las fortificaciones de Canarias. *Curso de Cartografía y Fortificaciones en Canarias, siglos XV al XVIII*, 42–63.

Lanuza Cano, F. 1955. *Ataque y derrota de Nelson en Santa Cruz de Tenerife: relato histórico con arreglo a documentos oficiales de la época.* Madrid: Servicio Geográfico del Ejército.

Luxán, Mª Pilar de; M. Pellizon; V. Fernández; F. Dorrego y B. Vicente. 2004. La Torre de San Andrés (Tenerife): Su historia, materiales y factores de degradación. En *Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*, Editado por CICOP, 343–344, La Laguna: Canaricard.

Luxán, Mª Pilar de; Dorrego, F.; O. Río y M. Monge. 2001. Diagnóstico y modelización de daños en edificaciones históricas, 83–88, Madrid: AMIET.

Luxán, Mª Pilar de; F. Dorrego; O. Río; M. Monge; L. Pelaez; A. Larraz. y J.L. Prada.. 2001 Las técnicas constructivas militares en fortificaciones históricas a través de la investigación de estructuras y materiales. Un caso singular en el siglo XVIII: la Torre de San Andrés (Tenerife, España). En *I Congreso de Patología y VIII de Control de Calidad.* Santo Domingo (Republica Dominicana): CONPAT 2001.

Marzal Martínez, Amparo. 1991. *La ingeniería militar en la España del XVIII: nuevas aportaciones a la historia de su legado científico y monumental.* Editorial de la Universidad Complutense de Madrid.

Pinto y de la Rosa, José María. 1996. *Apuntes para la historia de las antiguas fortificaciones de Canarias.* Santa Cruz de Tenerife: Museo Militar Regional de Canarias.

El entramado de madera como arquetipo constructivo: De la arquitectura tradicional a los sistemas modernos

Luis Maldonado Ramos
David Rivera Gámez

> No existe eso que llamamos hombre primitivo; hay únicamente medios primitivos. La idea es constante y poderosa desde el principio mismo.
> Le Corbusier

La madera es un material enormemente versátil, capaz de desempeñar una gran diversidad de funciones en distintos medios y frente a problemas muy diferentes, y esta ductilidad la convierte de facto en un personaje especialmente recurrente a lo largo del desarrollo de la historia de la civilización. De todos los materiales tradicionales básicos (fundamentalmente son tres, la piedra, la tierra y la madera) solamente la madera se continua empleando aún de modo regular en la construcción y no como simple material auxiliar o de acabado. Además, la importancia de la madera en la arquitectura (y en la construcción considerada de un modo más general) sobrepasa los aspectos más visibles, ya que este material ha contribuido regularmente a ejecutar los pasos auxiliares dentro del propio proceso constructivo, formando parte de los andamios, apeos y encofrados con que se han levantado edificios de cualquier tipo a lo largo del mundo y hasta hoy. Como expone en su entrada «Timbres» la imprescindible «Encyclopedia of vernacular architecture of the world», dirigida por Paul Oliver (1997, 248; la traducción es nuestra):

> El hombre tiene una afinidad natural con la madera, para él es un material orgánico a diferencia de la mayoría de los otros materiales de construcción. La textura, calidez del color, facilidad de trabajo y su buena relación resistencia-peso (tanto en tensión como en compresión), han hecho de ella un material fundamental para la construcción vernácula en el mundo.

Y más adelante (p. 249):

> Las propiedades que hacen de la madera un excelente material de construcción son su densidad y gravedad específicas . . . La densidad es importante sobre todo en relación con la resistencia de la madera, de modo que una alta densidad indica una alta resistencia . . . (La madera) también es flexible y puede combarse . . .; usando ciertos refuerzos con las conexiones apropiadas, las estructuras pueden resistir fuerzas sísmicas . . . La madera inspira variadas formas de unión y permite que el aire y la luz circulen entre delgados miembros.

Evidentemente, la madera posee también sus propias debilidades y problemas característicos, sobradamente conocidos, y acerca de los cuales la mayoría de los autores que mencionaremos a lo largo de este texto no dejan de insistir en sus obras. Pero la cultura tradicional ha orillado en la medida de lo posible estos problemas mediante una correcta selección de la madera y su posterior y adecuado tratamiento, así como a través de una estudiada disposición interior y exterior en relación con las actividades humanas y con el clima y el entorno circundante.

La experiencia histórica nos indica repetidamente que la madera, con su flexibilidad, ductilidad y al mismo tiempo resistencia, ha sido siempre un material estructuralmente significativo y con una especial orientación lógica hacia la configuración de sistemas trabados y armados, lo cual ha favorecido su continuidad evolutiva y ha servido de ejemplo y fundamento de los sistemas constructivos más modernos.

Teniendo en cuenta todo esto, resulta verdaderamente sorprendente el escaso papel representado por la construcción en madera en la mayoría de los manuales y tratados de historia de la construcción disponibles (e incluso de historia especializada de la construcción, por ejemplo del periodo renacentista, o romano, o gótico), de manera que es preciso indagar en obras muy específicas para encontrar algún tipo de reflejo suficiente de la relevancia auténtica de la madera entre los materiales de construcción históricos.

En general, las observaciones al respecto en los manuales o tratados se limitan al problema de las cubiertas (puede consultarse a este respecto como ejemplo especialmente interesante, el artículo de L. T. Courtenay, «Cubiertas de madera y chapiteles», en Robert Mark, ed., 2002), con sus variaciones desde la simple cubierta tradicional de pares hasta las armaduras más complicadas, eludiéndose así el significativo y fundamental asunto de la concepción estática y estructural propia del llamado «entramado de madera» (término genérico que utilizaremos en el texto por mor de evitar aquí una innecesaria digresión taxonómica), relacionada con la propia elevación del edificio y con los muros de carga en sí.

Si la ausencia de la construcción en madera es notable en la bibliografía sobre construcción en general, no puede sorprendernos que en las historias generales o nacionales de la arquitectura el entramado de madera sencillamente no exista, lo que resulta especialmente inadmisible en el caso de la Edad Media. Para los historiadores de la arquitectura, los sistemas de construcción con piedra del gótico o las estructuras de hierro y cristal del siglo XIX son hitos fundamentales en el desarrollo del entorno edificado, a diferencia de lo que ocurre con la llamada «arquitectura menor». Aparte de los errores que entraña esta visión excesivamente sinóptica, lo cierto es que se encuentra todavía anclada a los postulados decimonónicos de la singularidad monumental.

En efecto, es probable que el motivo de esta omisión recurrente tenga que ver con la mayor «nobleza» tradicional atribuida a la piedra, así como a la atención que los tratadistas históricos prestan a esta y a la gran cantidad de monumentos «relevantes» (muy mayoritaria) que con ella se han erigido. Al mismo tiempo, la arquitectura tradicional o popular (o, usando el término inglés, «vernacular») así como la arquitectura primitiva han sido minusvaloradas y arrumbadas en la bibliografía hasta hace menos tiempo del que parece, probablemente a causa de una concepción muy parcial acerca de la evolución tecnológica de la arquitectura y sus prioridades de cara al mundo actual.

Otra explicación sugerente la proporciona Carlo Tosco en su reciente libro sobre las tipologías fundamentales de la construcción medieval, en el cual la casa con entramado de madera aparece por fin reflejada aunque de una manera sumaria; como aventura el autor (2003, 58–59; la traducción es nuestra),

> El campo de la investigación de las estructuras elaboradas completamente con madera está sobre todo reservado a los arqueólogos, que utilizando las modernas técnicas de excavación estratigráfica pueden reencontrar en el terreno las trazas de las construcciones . . . para el medievo se ha hablado de un verdadero y propio «mundo de la madera» que abarcaba desde los utensilios de la vida cotidiana a las más ambiciosas estructuras de carpintería.

Puede que esto sea cierto desde una perspectiva puramente empirista, pero la etnoarqueología permite en todo caso la comparación fiable con los muchos ejemplos de arquitectura tradicional que perduran, y parte de esta misma arquitectura tradicional es desde luego suficientemente antigua (Viollet-le-Duc ya incluía en su «Dictionaire» una descripción y un par de ilustraciones bastante precisas de la reconstrucción de una vieja casona rural medieval con estructura parcial de madera). Por otra parte, hace ya un par de décadas que el estudio de la arquitectura popular nos ha proporcionado documentación suficiente como para conocer de forma detallada la naturaleza de estos sistemas constructivos (véanse para el caso español los compendios ya clásicos de Flores y Feduchi).

El presente texto pretende efectuar un balance de la relevancia auténtica del entramado de madera en la historia de la construcción así como llamar la atención acerca de su carácter básico para comprender correctamente el nacimiento de la arquitectura actual, la cual derivó en ciertos aspectos de un utillaje mental adquirido inevitablemente por los arquitectos modernos, y que se hallaba mas enraizado en la tradición de lo que aparentemente pudiera pensarse.

El origen histórico del sistema

Si adoptamos un punto de vista suficientemente amplio, tenemos que reconocer que la construcción con

entramado de madera es tan antigua como la arquitectura misma. A decir verdad, conforma uno de esos invariantes constructivos ancestrales que podemos encontrar reiterados con escasas variaciones a lo largo de muy distintas épocas y culturas.

Es sabido que las primeras viviendas construidas por el hombre utilizaban la madera como material básico (con el barro, hojas y elementos vegetales varios) tal y como aparece descrito en los minuciosos ensayos y tratados sobre el origen de la arquitectura y como puede confirmarse antropológicamente a través del estudio actual de las llamadas viviendas «primitivas». Desde el principio, el carácter flexible, resistente y combinable de las ramas, palos y troncos de madera permitió definir el principio constructivo del armazón de una manera efectiva e inmediata, al mismo tiempo que se lograba concretar el principio del muro de carga gracias a la construcción con tierra. Las cabañas prehistóricas de cuyas estructuras aún quedan huellas en numerosos yacimientos confirman el alto grado de desarrollo que la construcción armada y entramada de madera había alcanzado mucho antes de la aparición de cualquier vestigio de arquitectura «histórica».

Los muros entramados funcionan mediante una estructura configurada con las propias piezas de madera y según un sistema de unión enormemente variable y a veces de un gran virtuosismo (en los ejemplos más audaces y experimentales de arquitectura popular no sometida a normativa ninguna). Los cuarteles de madera son rellenados después por material de plementería que inevitablemente, con el tiempo, entra también a formar parte decisiva del conjunto estructural, de modo solidario con las piezas de madera y según un principio conocido y aceptado por el constructor tradicional.

Claro está que el entramado no es el único sistema constructivo que emplea madera de forma relevante en la edificación, pero es precisamente el que representa el estadio culminante, desde el punto de vista estructural, del trabajo arquitectónico con la madera en el contexto de la arquitectura tradicional. Más allá de los simples encestados o facturas imitativas en madera propias de los hombres primitivos (a menudo emulando las construcciones de los animales), y más allá del sistema de los muros armados (en los cuales la madera actúa de refuerzo en los muros de fábrica), el entramado es el sistema que representa el auténtico armazón constructivo (cuyas derivaciones conceptuales, como sabemos, llegan hasta la arquitectura moderna) y se halla amplísimamente difundido en el conjunto de la arquitectura popular y especialmente en el mundo europeo.

Este tipo constructivo no solo incluye elementos horizontales (vigas, zapatas, codales, etc.) y verticales (pies derechos), sino también en diagonal (tornapuntas), y alcanza niveles de complejidad variados según el clima y la tradición constructiva local. Su característico modo de operar «autoportante» aligera la construcción y permite la configuración de espacios interiores abiertos y grandes huecos exteriores, posibilidades que si bien no son siempre aprovechadas por la arquitectura tradicional (pues el clima o los usos interiores pueden presentar motivos en contra) en cambio sí parecen más cercanas a concepciones arquitectónicas modernas que nada tienen que ver, en cambio, con la arquitectura «histórica» o monumental construida habitualmente con piedra o con ladrillo.

En general, podemos afirmar que la construcción «popular» o tradicional con madera en Europa (y también desde luego en la Península Ibérica) deriva de los sistemas célticos de construcción; la estructura de madera, tanto como la solución de los cerramientos completos, las cubiertas y los recursos de impermeabilización de los mismos, se relacionan directamente con la arquitectura popular europea de entramado, al tiempo que se diferencian de las opciones más primitivas ligadas a la planta circular y a los simples encestados. Pre-historiadores, etnógrafos, arquitectos y estudiosos de la arquitectura primitiva y prehistórica como Olivier Büchsenschütz, Chris Müsson, Paul Oliver, Enrico Guidoni, Norbert Schoenauer y otros, han debatido y clarificado este problema desde los años 60 y 70 (de forma pareja a la renovación sistemática de los estudios etnoarqueológicos y prehistóricos en torno a la «cultura material») y han llegado a un acuerdo sólido al respecto a partir del estudio detallado de los yacimientos y de la extrapolación de los resultados obtenidos a las construcciones preindustriales remanentes (véase Maldonado y Vela 1998, 25–53).

Las estructuras de madera conservadas desde la antigüedad son muy escasas, debido al carácter perecedero de los propios elementos constructivos y a su fragilidad ante diversos agentes de deterioro, pero al menos en el caso de la época romana poseemos documentación escrita e incluso el precedente «fosiliza-

do» de los restos de Pompeya y Herculano.

Como reseña Jean-Pierre Adam (1996, 132–133), los restos conservados bajo las cenizas del Vesubio «consisten en zócalos de mampostería limitados por una verdugada horizontal sobre la cual se asentaba la estructura de materiales perecederos, formada esta por entramados de madera y arcilla». Al parecer, en las fachadas externas los romanos relegaban el entramado a las partes superiores, usando mampostería para las más bajas, y en las partes interiores los tabiques de entramado de madera compartimentaban los espacios, directamente apoyados en el suelo.

Sin duda este tipo de descripciones generalizadoras deben ser tomadas con precaución. Estamos considerando un ejemplo —o una serie de ejemplos— dentro de una región situada a su vez dentro de un conjunto cultural muy vasto, sin tener en cuenta el modo en que el clima afectaría a las diversas decisiones materiales y distribuciones en lugares con condiciones distintas. Pero nuestra intención aquí no es establecer tipologías ni describir soluciones y detalles, sino poner de relieve la existencia de un invariante constructivo que alcanza en la arquitectura europea casi un grado «estructural» (en el sentido con que Levi-Strauss dotó a esta palabra tan vaga).

De hecho, las explicaciones constructivas y físicas consabidas que Adam ofrece en tres niveles diferentes (impermeabilización, solidez, aligeramiento) para explicar la adopción del sistema son tan obvias que no merece la pena detenerse en ellas. Lo que debemos poner de relieve, en cambio, es la circunstancia de que los romanos de hecho, como está comprobado, utilizaban el mismo sistema que sus antecesores bárbaros, introduciendo modificaciones arquitectónicas, urbanísticas y organizativas en general, pero no, en concreto, constructivas. Esto puede ayudarnos a situar en una perspectiva fructífera la «arquitectura tradicional» que derivará de la Edad Media.

Los postes o pies derechos, la solera, la carrera, los tirantes, los cuarteles o cajones y los elementos de arriostramiento forman parte de un sistema que ha sido regularizado quizás de un modo normativo y «civilizado», pero que apenas se diferencia en lo esencial del entramado de madera prehistórico.

El «opus craticium» romano no constituirá tanto un legado del mundo romano al subsiguiente mundo medieval europeo, como un momento de cristalización específico y preclaro de un paradigma constructivo que continuó funcionando de forma general y bajo distintas condiciones una vez que el Imperio Romano colapsó de modo definitivo.

La aparición y pervivencia de la arquitectura tradicional

La caída del Imperio Romano y la extensión gradual y dilatada de las condiciones desagregadas y eventuales de la Edad Media favorecieron la consolidación autónoma de una arquitectura vernácula que se iría convirtiendo en «tradicional» de acuerdo con los criterios propios inherentes a cada región geográfica. Del mismo modo que las lenguas romances, la arquitectura románica y el cristianismo medieval se configuran como los desarrollos fragmentarios de una herencia que evoluciona según las áreas de un modo diferenciado y sedimentado, también la arquitectura tradicional se configura como un conjunto de prácticas, soluciones y tendencias arraigadas profundamente en el pasado pero deudoras especialmente de su entorno.

Tal y como se configura a través de la Europa medieval, el sistema de entramado de madera con plementería diversa se basa en la construcción de una estructura porticada de carácter isostático que intenta rigidizar sus muros a través de nudos compuestos por zapatas o capiteles, de los ensambles entre ellos a caja y espiga y de la inclusión de elementos de forja, tales como clavos artesanales. El arriostramiento del conjunto se consigue a base de elementos de tornapunta o del relleno de los cuarteles con materiales varios. Esta estructura de madera (imprenta) y el cuajado de los cuarteles (plementería) se aisla del suelo mediante bases troncocónicas de granito, intentando evitar de esta manera el contacto de los elementos de madera con la humedad y los distintos agentes xilófagos que puedan aparecer. Por otra parte, la variedad del plemento está en función de la época y del lugar de ejecución, pudiéndose encontrar soluciones tan variadas como los cascotes con yesones, la mampostería, la fábrica de adobe, el ladrillo cerámico, etcétera. Para garantizar que el peso de la plementería se transmitía a la madera (es decir, al elemento resistente) se disponían unas carreras horizontales que mediante unas entalladuras recogían el peso del plemento y lo transmitían al pie derecho (ataguías); es posible que estas ataguías tuvieran además una segunda función, como la de aplomar y escantillar los

pies derechos (de ahí su nombre compuesto). Todo el sistema se complementaba con una serie de tomizas (cuerdas de esparto) que iban recubriendo los elementos de madera con objeto de garantizar la posterior adherencia del revestimiento final (revoco de cal o tendido de yeso según los casos).

La arquitectura tradicional que estudiamos hoy en día y de la que aún quedan numerosos vestigios es el último avatar de configuraciones que tienen su versión definitiva en el periodo medieval. Como afirma John Fitchen (1986, 138) en su sugerente texto «Building construction before mechanization» (en «The role of wood in building construction»; la traducción es nuestra):

> Durante la Edad Media, en el noroeste de Europa y particularmente en Inglaterra, el arte del entramado llegó a su más impresionante categoría y a su más alto grado de especialización. Sus logros implicaron a los edificios anónimos vernáculos tanto como a los grandes edificios.

Más adelante, Fitchen se refiere a extraordinaria versatilidad de la madera como material de construcción y a la relación del entramado de madera con los procedimientos y el equipamiento constructivo, elementos que analiza no solo en lo que atañe a la complicación y la definición concluyente de la arquitectura tradicional y su provechosa y sagaz «ingenuidad constructiva», sino en cuanto a la construcción de las grandes catedrales góticas, en alguno de cuyos destacados ejemplos (aquí se trata de St. Urbain à Troyes y de la catedral de Salisbury) se aprecia el modo racional y lógico con que la construcción entramada de madera sugiere y complementa a la nueva construcción «estructural» en piedra que el gótico pone en acción.

Podríamos afirmar, además, que la construcción gótica monumental en sí misma es una de las formas históricas de edificación con madera que mejor han sabido aprovechar el legado de la construcción tradicional, dado que las cimbras que servían de andamiaje a las grandes catedrales suponían una especie de modelo en madera de lo que luego sería el edificio mismo. En efecto, la construcción monumental en piedra operaba por prueba y error en la mayoría de los casos, y por ello solía apoyarse en la técnica más segura y perfeccionada de la construcción con entramado de madera, que además de emplearse como «guía» del proceso constructivo en estos casos era de hecho el principio generador esencial en la edificación de viviendas y edificios civiles.

En general, la técnica del entramado de madera continuará siendo habitual en Europa hasta épocas muy recientes, pero encontrará soluciones y composiciones específicas según la tradición vernácula. El estudio actual de estas variantes revela a los edificios de factura «tradicional» como auténticas «máquinas para habitar» en todos los sentidos, ya que tanto en lo referente a la adaptación al clima como en lo que respecta a las soluciones estructurales los edificios «populares» con armazón de entramado de madera constituyen ejemplos perfectos de optimización tectónica y de obtención lógica de un nivel suficiente de confort (al menos para los parámetros históricos y vernáculos correspondientes). La construcción tradicional en madera, del mismo modo que la construcción con tierra o con piedra (de nuevo según las áreas geográficas) permaneció prácticamente invariable hasta la aparición de industrialización; es decir, incluso hasta el siglo XX en algunos casos. Esta circunstancia plantea una doble condición que no podemos pasar por alto:

1) El bagaje proporcionado a los maestros de obras, canteros, albañiles, ingenieros civiles y arquitectos por la herencia de más de dos mil años de prácticas arquitectónicas, debía reflejarse de algún modo en las aportaciones de la construcción moderna, como mínimo durante todo el siglo XIX, dado que el proceso de industrialización y de urbanización fue gradual (sobre todo en España y en los países del sur de Europa) y dado que la tipología arquitectónica de la vivienda no fue replanteada desde el punto de vista tecnológico hasta el segundo tercio del siglo XX; a menudo se olvida, por tanto, que las enseñanzas de la arquitectura tradicional no desaparecieron de forma matemática conforme crecía el proceso de industrialización, ni resultaban en realidad incompatibles con él.
2) La urbanización cada vez más densa y compleja del siglo XIX, con las migraciones campo-ciudad que implicó, y la campaña de profundas reformas y ampliaciones urbanas que produjo, tuvo lugar mientras la tradición arquitectónica y constructiva europea continuaba produciendo edificios, es decir, se superpuso a ella y no la sustituyó (por lo menos durante un tiempo), y

> aunque las grandes ciudades desarrollaron su propia tradición constructiva moderna con el tiempo, las ciudades pequeñas y los pueblos continuaron construyendo según las pautas de siempre.

Esta coexistencia y alimentación continua de las corrientes arquitectónicas urbanas por parte de las prácticas y sistemas constructivos tradicionales influyó directamente sobre la adopción de los métodos constructivos contemporáneos, desapareciendo precisamente en el momento en que fue definido por fin un sustituto (o sustitutos) de mejor y más económico funcionamiento.

El entramado de madera tradicional en el contexto de la ciudad contemporánea

El salto de la técnica del entramado de madera «popular» o tradicional rural a los modernos armazones de madera decimonónicos (regularizados y reglamentados) no se produjo únicamente de forma ciega y espontánea. Las adaptaciones del sistema tradicional al entorno urbano habían sido ensayadas a menudo desde el Renacimiento y pasan por un momento decisivo durante el siglo XVIII, cuando las agrupaciones urbanas comienzan a diversificarse, a aumentar y generar un tipo de cultura cerrada y académica que presagia en algunos aspectos las posteriores transformaciones. Los nuevos códigos, las primeras normativas y el interés del despotismo ilustrado por el «decoro urbano» y por la seguridad y la circulación en las ciudades favorece la reflexión explícita en torno a los sistemas constructivos. Los tratadistas se hacen eco de todo ello desviando un tanto la atención desde la correcta combinación de los órdenes clásicos al análisis de los tipos constructivos.

El ejemplo de la ciudad de Madrid

Puesto que el proceso resulta tan general como rico en matices y evoluciones, resulta más adecuado a nuestros propósitos el fijarnos en un caso ejemplar; la complicada y continua transformación de Madrid puede servirnos para ello. A finales del siglo XVIII, el interés por las alineaciones, la salubridad y las deficiencias de la construcción (recordemos que elementos urbanos fundamentales como el Alcázar y la Plaza Mayor terminan siendo pasto de las llamas precisamente en este siglo) generan un tipo de cultura ordenancista que afecta tanto a los aspectos estéticos y de remodelación del entrono urbano (la labor de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando es incluso excesivamente celosa en este campo) como a los asuntos de índole más bien sanitaria y de seguridad (factores que preocupan por encima de los otros a técnicos como Ardemans o Torija).

Desde el punto de vista propiamente arquitectónico, son Benito Bails y Juan de Villanueva los tratadistas que aportan reflexiones más reveladoras y que realizan estudios más completos de las prácticas de construcción urbana habituales. En su célebre tratado «Arte de albañilería», Villanueva menciona siempre el entramado de madera en conexión con otras técnicas derivadas del uso de otros materiales distintos. Para él, autor de la reconstrucción de la Plaza Mayor después del incendio, el uso de madera representa un peligro evidente, y sin embargo resulta inevitable debido a lo económico y eficaz de su uso en un contexto donde se incrementa ininterrumpidamente la construcción de viviendas y el entramado permite, además, aligerarlas y hacer más rápida su construcción. La madera posee fundamentalmente un papel estructural en la construcción, aunque parece deseable relegar su posición a las medianeras y los testeros y en los lugares donde exista menos peligro de contacto inmediato con el fuego. En su tratado explica a los alarifes, albañiles o maestros de obras, cómo se puede ejecutar un muro de entramado con plementería de adobe (1984, 102), un sistema que considera «muy fácil» de ejecutar e incluso «propio de aldea», pero que al mismo tiempo, convenientemente regularizado, puede ser provechosamente incorporado a la cultura constructiva urbana, de la que forma parte ya, de un modo consuetudinario, desde el momento de su misma fundación. Aquí nos encontramos con el doble tema fundamental del origen popular y vernáculo de la técnica del entramado incluso en el ámbito de las grandes ciudades y de su traspaso a un entorno urbano cada vez más sofisticado y controlado.

Por su parte, en su obra «De la arquitectura civil», Bails es mucho mas explícito en su descripción del entramado de madera y de los distintas maneras posibles de ejecutarlo, y los párrafos que le dedica nos muestran la correcta comprensión constructiva que

tiene de todos sus elementos y sobre todo del modo solidario en que trabajan (1983, 330):

> Además de las ensambladuras, se asegura la trabazón de las diferentes piezas de un entramado, particularmente quando es mucha su altura, con esquadras, llamtas y grapas de hierro y pasadores; de modo que todos los maderos estén perfectamente enlazados, y no pueda sentirse ni falsear uno siquiera, sin que todos trabajen a un tiempo.

Para Bails, que a finales del siglo XVIII considera el entramado de madera como una técnica constructiva común y corriente en arquitectura, y naturalmente aplicable al entorno y a la escala de la concentración urbana, ese mismo entramado es un sistema apto para solucionar el problema de las construcciones en altura y debe pasar (como el resto de las técnica sheredadas de la tradición) por una fase de perfeccionamiento y regularización que lógicamente concluirá en el acrecentamiento de la preparación de los técnicos responsables de la edificación (a la cual dedica precisamente el esfuerzo de la redacción de su prolijo tratado).

Básicamente, la sistematización de la construcción urbana en madera a finales del siglo XVIII partía de la correcta puesta en obra del entramado, sobre todo en lo referente a la relación entre los huecos y la estructura de madera, elevada sobre un zócalo o incluso una planta baja de piedra y posteriormente rellenada (con ladrillo, adobe o escombro) y revocada con el fin de protegerla.

A partir del incendio de la Plaza Mayor y tras la adopción de una nueva normativa de la construcción, el entramado se empleará mucho más habitualmente en los muros medianeros que en la propia fachada del edificio. La fachada era la parte más expuesta de la construcción, pero también la que poseía un carácter eminentemente «representativo» de cara a la propia calle y a la ciudad (lo que en las localidades pequeñas sólo afectaba a las viviendas que presentaban su fachada hacia la plaza mayor). Con todo, por mucho que los tratadistas insistieran a menudo en las ventajas de la mampostería y el ladrillo, el entramado de madera resultaba mucho más práctico y barato y se seguiría utilizando durante todo el siglo XIX (e incluso durante parte del siglo XX, como puede comprobarse a través de las normativas y de las memorias constructivas de edificios conservadas en el Archivo de Villa; de hecho, el abandono verdaderamente definitivo del entramado en la construcción no ocurre antes de la generalización del uso del hormigón). Como se ha visto, a pesar del problema que la madera presentaba en relación a la propagación del fuego, las observaciones de los técnicos y los académicos iban más bien en la dirección de minimizar los riesgos a través de un cuidadoso tratamiento de la disposición de los elementos; nunca se llegó a renunciar a la fiabilidad estática y a la facilidad de construcción, y, sobre todo, al carácter ligero y económico del entramado de madera (cuyos cuarteles podían ser rellenados con plemento de materiales secundarios o reciclados).

El estudio de las medianeras madrileñas del siglo XIX, que vuelven a aparecer a la vista de cuando encuando con ocasión de la sustitución de edificios viejos y son habitualmente documentadas durante las obras de restauración en las viviendas del casco histórico y el ensanche, nos muestra la persistencia de la construcción con entramado de madera así como la paralela normalización e industrialización de la misma (en lo que respecta al trabajo de las piezas, los tamaños, los ensambles, la disposición cada vez más reticulada y sencilla), de modo que al encontrarnos con el característico muro medianero decimonónico en forma de malla de pies derechos y vigas estandarizados aún podemos sorprendernos del largo camino que el entramado tradicional ha recorrido desde la prehistoria, descubriendo así el avatar suave y civilizado en el que finalmente ha desembocado, limando el carácter áspero, improvisado y expresivo con el que habitualmente entraba a formar parte de las construcciones populares (a las que dotaba de una precisa estructura).

Conexiones con la arquitectura moderna

En su libro «Holzleimbau/Laminated timber construction», Christian Müller analiza una serie de casos de empresas y pioneros involucrados en la construcción en madera en los siglos XVIII y XIX y el modo en que, en ciertos ejemplos particulares, los procedimientos de construcción con entramado y con madera laminada se han mantenido inalterados durante el siglo XX, aún cuando los resultados formales y las tipologías han cambiado considerablemente. Lo cierto es que, sobre todo en el norte de Europa, la tradición de la construcción en madera se ha mantenido invariable al menos en ciertos campos. Pero lo sor-

prendente es la similitud de los resultados aparentes que pueden obtenerse utilizando madera y materiales modernos. Como explica Müller (2000, 9; la traducción es nuestra):

> No fue hasta finales del siglo XVIII que pudo disponerse de hierro en suficientes cantidades para ser utilizado como material de construcción; hasta entonces, todas las edificaciones habían sido erigidas utilizando principalmente madera, arcilla y piedra. En términos de propiedades materiales, la piedra es apropiada únicamente para edificar muros de carga a compresión, como en el caso de paredes y arcos. La madera, por otra parte, puede acomodar al mismo tiempo tensión y compresión, y así ofrecer un amplio campo para una gran diversidad de edificios.

Algunos de los problemas específicos planteados por el uso de la madera como material de construcción podían ser parcialmente eliminados utilizando el armazón de hierro (el cual, sin embargo, tampoco era útil ante el fuego, a diferencia de lo que ocurrirá después con el hormigón). El traspaso de la estructura de madera a la de hierro y más tarde a la de hormigón no fue quizá tan directo y sencillo como una analogía superficial puede sugerir, pero sin duda partía de un mismo principio conceptual, desarrollado principalmente por la arquitectura tradicional, que se oponía de forma decisiva a la preferencia de la arquitectura «histórica» y de los académicos por los muros de carga sólidos y los materiales más duraderos y perennes. En este aspecto, el énfasis puesto en la seguridad coincidía con el interés ideológico por la «estabilidad» aparente y la inmutabilidad que debían expresar también ciertas ideas de permanencia y continuidad.

Resulta enormemente inesperado, pero también significativo, que fuera la arquitectura tradicional, popular, del entramado de madera, y no la arquitectura «oficial» o histórica bien fundamentada y regulada, el antecedente espiritual (y a veces directamente material) de la construcción tecnológica moderna.

Por un lado, la política de ensayo y error habitual en el desarrollo de la arquitectura tradicional (la cual se «decanta» por sí misma cuando encuentra el punto correcto de equilibrio) supone un componente experimental y una adecuación a las condiciones físicas que la arquitectura «histórica», que opera sobre seguro, no podía realmente aspirar a alcanzar (de hecho, desde la madurez del gótico hasta el siglo XX, la arquitectura monumental y civil no ha realizado ningún tipo de avance o siquiera transformación en sus principios constructivos básicos).

Por otro lado, la arquitectura tradicional utilizaba los materiales de acuerdo a sus propiedades intrínsecas y no con el fin de producir algún tipo de impresión prefijada, y, además, debía ser convenientemente económica y hallarse al alcance del hombre medio. El programa de la arquitectura histórica difiere por completo de este.

Finalmente, las condiciones térmicas, el aprovechamiento funcional del espacio, la definición de los huecos, las funciones auxiliares, son elementos fundamentales de la arquitectura doméstica tradicional y no de la arquitectura convencional o académica, que hasta el siglo XX obedece por el contrario a factores lingüísticos, representativos y culturales incluso en detrimento de la lógica y la comodidad de los propios edificios de calidad.

El desarrollo de la arquitectura moderna a lo largo de los siglos XIX y XX (a través de las nuevas estructuras de hierro y cristal, las nuevas tipologías públicas, las viviendas burguesas y también los edificios industriales o "secundarios", y finalmente a través de las estructuras de acero y de hormigón, tal y como Strike lo expone en su reciente obra «De la construcción a los proyectos») se orientaba justamente en sentido contrario a los preceptos vitruvianos universalmente admitidos en occidente.

La solidez, la disposición compositiva elegante y la belleza exterior eran habituales requisitos de los programas académicos de la «École des Beaux Arts», pero son completamente ajenos a los principios esenciales de la modernidad. En cambio, la adecuación racional de los volúmenes, los espacios polifuncionales, la expresión de la estructura y de los materiales y el estudio antrópico son tan inherentes al Modulor de Le Corbusier como a la arquitectura tradicional, por muy diversos que, en apariencia, puedan parecer sus programas respectivos.

Habrá quien piense que la arquitectura tradicional de madera, concediendo que de un modo esquemático pueda constituir un invariante abstracto aplicable a los sistemas estructurales modernos, sin embargo no tiene nada que ver con los productos concretos de la arquitectura moderna, del mismo modo que una estructura monolítica de hormigón difiere del sistema de vigas y pies derechos propio de la construcción en madera.

No obstante, la transferencia conceptual de los principios de la arquitectura clásica, universal y culta a la arquitectura moderna, práctica, desnuda y estructuralmente racional se hizo a partir de la construcción tradicional de madera, en concreto a través del conocido mito de la «cabaña primitiva», al que Joseph Rykwert dedicó el conocido y completo estudio que lleva por título «La casa de Adán en el paraíso».

Según los teóricos neoclásicos, empezando por el abate Laughier como formulador principal de la «teoría de la cabaña primitiva», pero sin olvidar tampoco a Lodoli y sus comentaristas o a figuras particulares como John Soane o William Chambers, el origen de la arquitectura entendida como disciplina global, no solamente en lo que concierne a los aspectos prácticos, fue la construcción adintelada de planta cuadrada con pies derechos de madera y cubierta a dos aguas, es decir, el esquema básico de la construcción tradicional de madera, cuya simplicidad y virtudes constructivas, según los neoclásicos, se habían echado a perder a raíz de la introducción masiva de adornos en piedra y a causa de un tipo de construcción que privilegiaba el muro de carga macizo por encima de la lógica estructural (a este respecto, resulta irónico que el patrón básico de la arquitectura de fábrica clásica y académica, el templo griego, provenga en origen de la interpretación monumental de las construcciones de madera, cuyo recuerdo los Dorios supuestamente importaron desde el norte a la Península Balcánica). La conocida descripción de la cabaña primitiva realizada por Laughier nos proporciona una especie de radiografía de la futura arquitectura moderna (Rykwert 1999, 52):

> [El hombre primitivo] elige las cuatro [ramas] más fuertes y las coloca perpendicularmente al suelo para formar un cuadrado. Sobre estas cuatro apoya otras cuatro transversales; sobre estas, coloca en ambos lados otras inclinadas de modo que lleguen a un punto del centro. Cubre esta especie de techo con hojas lo bastante guresas para protegerlo del sol y la lluvia; ahora el hombre está alojado. Cierto que el frío y el calor le harán sentir sus efectos en esta casa, abierta por todos lados; pero después rellenará los espacios intermedios con columnas [pies derechos] y así se encontrará seguro.

Los arquitectos y teóricos clasicistas o medievalistas más interesantes del siglo XIX, como Durand, Labrouste o Viollet-le-Duc, tuvieron muy en cuenta este nuevo y explícito concepto racional de la construcción y lo transmitieron históricamente a los pioneros de la arquitectura del hormigón como Baudot, Perret y, a través de este, Le Corbusier.

Pero además, la arquitectura concreta del siglo XX tuvo una relación más o menos marcada con la construcción en madera, al menos en algunos casos reveladores de la época primera de su definición y asentamiento. El «enemigo» —como lo había sido el Barroco para los teóricos de la cabaña primitiva— era ahora la arquitectura «Beaux-Arts» que predominaba en toda Europa y también en Estados Unidos e incluso en las colonias de ultramar.

La arquitectura de la primera Bauhaus se presentaba a si misma como heredera de la tradición medieval, y el propio Gropius comenzó su carrera construyendo magníficas villas suburbanas de madera, como la expresionista casa Sommerfeld en la que la herencia de la tradición de la construcción en listones de madera resultaba perfectamente compatible con la adopción de formas modernas; Gropius magnificó y evidenció el papel constructivo de las vigas de madera a través de un expresivo «brutalismo» (Rykwert 1999, 25, compara el «Blockhaus Sommerfeld» con los dibujos de la «cabaña caribe» aportados por Gottfried Semper). Del mismo modo, otras obras célebres de la arquitectura expresionista fueron concebidas según procedimientos constructivos tradicionales, como el extraño «Goetheanum» de Dornach, que primero fue edificado con madera y más tarde fue «traducido» al hormigón armado.

En otros casos de arquitectura racionalista, la versatilidad y flexibilidad de la madera favorecían la especulación estética en un modo adicional que nada tiene que ver con la famosa «cabaña primitiva». Mucho más importante en este sentido es el teatro que Auguste Perret diseñó para la célebre «Exposition Internationale des Arts Décoratifs et Industriels Modernes» de Paris de 1925; inicialmente proyectado para ser construido en hormigón, pero finalmente levantado íntegramente con madera, en esta obra fundamental, cuya estética no difiere en absoluto de la de las otras construcciones de hormigón realizadas en la época por Perret, la estructura de pies derechos, las carreras, el techo en damero y la trabazón de los elementos procedían en esencia de la tradición constructiva anterior a la industrialización, y Perret pudo obtener a partir de ella la esbeltez y el aspecto ligero y depurado que desde el principio ideó para su teatro mediante el uso estilizado del hormigón.

Sería fácil multiplicar los ejemplos del contacto de los arquitectos modernos con la construcción tradicional en madera. Le Corbusier obtuvo de los palafitos la idea de sus «pilotis», Wright trasladó sus pronunciados aleros y sus terrazas colgantes de la arquitectura japonesa de madera. Rietveld era un artesano de la madera y se inspiraba habitualmente en las propiedades de flexibilidad y ligereza de la misma para desarrollar sus «montajes» neoplásticos de hormigón. Konrad Wachsmann, creador, como Buckminster Fuller, de estructuras hiper-racionales derivadas de las enseñazas de la Bauhaus, afirmaba que «el principio constructivo ha permanecido inalterado desde la cabaña primitiva de troncos de los antiguos» (Rykwert 1999, 28).

Si volvemos nuestra vista al siglo XIX, al eslabón que enlaza la construcción de madera y la construcción con hormigón, es decir, la arquitectura del hierro, observamos cómo Joseph Paxton, que era jardinero, ideó su revolucionario Palacio de Cristal como un colosal armazón a base de simples piezas de hierro y cristal que encajaban y se montaban de un modo aún similar al que implicaba la construcción con madera, de forma horizontal y reticular, únicamente innovadora en lo que respecta a la amplitud de las luces a salvar y la definición de un nuevo tipo espacial libre. Strike (2004, 30–31) muestra cómo el fundacional e innovador «Ironbridge» de Coalbrookdale fue constructivamente concebido como un audaz ensamblaje de piezas de madera (utilizando el hierro en lugar de esta); apropiadamente, Thomas Pritchard, el diseñador del puente, era hijo de un carpintero de armar.

El propio Ruskin, en su «Seven Lamps», explicaba de forma clarividente (Strike 2004, 61):

> De una manera abstracta, no se concibe por qué el hierro no se podría emplear tan bien como la madera, y está cercano el momento en cual se formule un nuevo código de leyes arquitectónicas que se adpate a la construcción metálica.

Especialmente significativo es lo ocurrido en Chicago entre los años 60 y 70, es decir, la completa transformación de los principios constructivos y las tipologías en el lapso de unos pocos años a raíz de un catastrófico incendio que dio rienda suelta a la inventiva constructiva de los primeros «vanguardistas» (¿involuntarios?) de la arquitectura moderna. La tradición constructiva imperante en Chicago antes del desastre fue la del llamado sistema de «balloon frame». Como explica Benevolo (1987, 242–243),

> Giedion aclara que la invención de esta técnica se debe probablemente a George Washington Snow (1797–1870) que, a partir de 1833, desempeñó diversos cargos en la administración de Chicago, ejerciendo al mismo tiempo como empresario y comerciante en madera.

El sistema de «balloon frame» se basa en una estructura compuesta por piezas de madera normalizadas y colocadas a distancias prefijadas que obedecen a un módulo constante (incluidos todos los vanos). Un entramado de tablas diagonales (a modo de tornapuntas) impide que la estructura se mueva o desplome poco a poco. El sistema no exige mano de obra especializada, y muestra de modo significativo el momento de la normalización de la tradición (en este caso de la tradición colonial) para su asunción por la modernidad. No puede negarse que las revolucionarias estructuras de acero del Chicago posterior al incendio parten de una actitud similar y de un aprendizaje estructural que deriva en última instancia de la construcción modulizada en madera.

La arquitectura moderna ha seguido su propia senda y ha defendido formas constructivas y conceptos espaciales que nada tienen que ver con la arquitectura tradicional ni desde luego con la historicista. Pero este salto cualitativo decisivo no fue ejecutado en el vacío ni partiendo de conceptos completamente inéditos. Como invariante constructivo, el armazón o esqueleto estructural que perfeccionaron los ingenieros del siglo XIX materializaba en unas condiciones distintas una idea que el constructor medieval llegó a acariciar con cierta asiduidad, tal y como Viollet-le-Duc supo descubrir «in nuce» en gran cantidad de construcciones de piedra. Esta idea básica o esquemática, que el propio Viollet extrapoló a la moderna construcción con hierro de forma reconocidamente audaz, es compartida de hecho y de manera muy clara por el entramado tradicional de madera, cuya persistencia y adaptación al ambiente y los criterios constructivos de la gran capital moderna ya hemos esbozado antes. Los propios artífices originarios del Movimiento Moderno, empezando por Le Corbusier, reconocieron repetidamente las virtudes funcionales y constructivas de la arquitectura popular universal. La suma de todos estos datos debería servirnos de indicio para calcular hasta qué punto la construcción entramada de madera (más económica, accesible, y

ligera que la de piedra) se erigió en la solución de los problemas constructivos derivados del incremento de la edificación urbana hasta que aparecieron en el horizonte y se consolidaron las nuevas estructuras de hormigón armado.

Lista de referencias

Adam, Jean Pierre. 1996. *La construcción romana: materiales y técnicas,* Editorial de los Oficios, León.

Bails, Benito. 1983. *De la arquitectura civil,* estudio crítico por Pedro Navascués Palacio, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, Murcia.

Benevolo, Leonardo. 1987. *Historia de la arquitectura moderna,* Gustavo Gili, Barcelona.

Courtenay, L. T. 2002. «Cubiertas de madera y chapiteles», en Robert Mark, ed., *Tecnología arquiutectónica hasta la Revolución Científica,* Akal, Madrid.

Feduchi, Luis. 1986. *Itinerarios de arquitectura popular española* (4 tomos), Blume, Barcelona.

Fitchen, John. 1986. *Building construction before machanization,* MIT Press, Cambridge (Mass.).

Flores, Carlos. 1973–77. *Arquitectura popular española* (5 tomos), Aguilar, Bilbao.

Guidoni, Enrico. 1989. *Arquitectura primitiva,* Aguilar, Madrid.

Maldonado ramos, Luis y Fernando Vela Cossío. 1998. *De arquitectura y arqueología,* Munilla-Lería, Madrid.

Müller, Christian. 2000. *Holzheimbau/Laminated timber construction,* Birkhäuser, Basel.

Oliver, Paul, ed. 1997. *Encyclopedia of vernacular architecture of the world, volume 1, theories and principles,* Cambridge University Press, Cambridge.

Rykwert, Joseph. 1999. *La casa de Adán en el Paraíso,* Gustavo Gili, Barcelona.

Strike, James. 2004. *De la construcción a los proyectos: la influencia de la nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700–2000,* Reverté, Barcelona.

Tosco, Carlo. 2003. *Il castello, la casa, la chiesa. Architettura e società nel medioevo,* Einaudi, Torino.

Villanueva, Juan de. 1984. *Arte de Albañilería,* edición a cargo de Ángel Luis Fernández Muñoz, Editora Nacional, Madrid.

La razón constructiva de la *arquitectura negra* de Guadalajara desde el moderno punto de vista de la historia de la cultura material

Luis Maldonado Ramos

La *arquitectura negra* de Guadalajara es uno de los conjuntos de arquitectura popular más característicos y diferenciados de España, tanto en el aspecto estético como en el puramente constructivo. Aunque ha sido estudiada e incluso clasificada en diversas ocasiones, al menos desde la puesta en valor del patrimonio tradicional realizada por los compendios clásicos de Carlos Flores o Luis Feduchi, no deja de ser cierto que aún no ha sido enteramente comprendida en sus caracteres constitutivos desde el punto de vista meramente constructivo. El enfoque estético y el antropológico resultan interesantes desde la aceptación colectiva y la protección de este tipo de patrimonio, pero un entendimiento del mismo desde el punto de vista científico requiere de otro tipo de aproximación. Siguiendo las tendencias de análisis arquitectónico y constructivo ligadas a la moderna preocupación de las escuelas históricas por la llamda *cultura material* (entre la cual se cuentan también los sistemas y procedimientos constructivos) podemos acceder a una visión más ajustada de la arquitectura desde su propia realidad física. Si tenemos en cuenta que la adaptación al medio, el uso de materiales y la funcionalidad son presupuestos básicos en toda arquitectura popular, resulta que el análisis específicamente constructivo es esencial para entender los mecanismos y soluciones que habitualmente emplea la *arquitectura negra.*

La hipótesis que plantea el presente texto es precisamente que el medio geofísico determina profunda y esencialmente las tradiciones constructivas (y por ende las arquitectónicas en general) que dan lugar a la arquitectura tradicional, permitiendo variaciones tipológicas y compositivas en un margen estremadamente estrecho, situació que se mantiene a lo largo de los siglos. Puede que el determinismo cerrado haya sido ya discutido y relativizado en el campo de las ciencias sociales y también en la teoría y el ensayo arquitectónicos desde la segunda mitad del siglo XX, pero cuando es adoptado sin pretensiones de extrapolación teórica resaulta una herramienta indispensable para comprender muchos de los fenómenos constructivos que afectan a la arquitectura tradicional o en todo caso preindustrial (cuando la influencia del medio sobre los productos culturales era marcada y casi inevitable).

Los pueblos de la arquitectura negra

Al estudiar los veintiocho pueblos que hemos seleccionado para el presente análisis nos damos cuenta de que existen unas constantes en el uso de materiales y en el sistema constructivo que permanecen en un gran número de estos pueblos. Estas características constructivas se completan con el urbanismo, expresión de los factores que configuraron la sociedad agraria en que vivían sus habitantes. Atendiendo a estas similitudes constructivas y urbanísticas podemos clasificar los pueblos en tres grupos:

I. El primero lo denominamos «arquitectura negra de pizarra» y en él incluimos los pueblos

que emplean la pizarra de forma exclusiva en muros y cubierta. Este grupo tiene una unidad muy clara y es el que presenta mayor homogeneidad dentro de la Arquitectura Popular española. Incluye los pueblos de: Campillejo, El Espinar, Roblelacasa, Campillo de Ranas, Robleluengo, Majaelrayo, La Vereda, Matallana y La Vihuela.

II. El segundo grupo lo llamamos «arquitectura negra de cuarcita» y lo forman los pueblos que aunque emplean la pizarra como material de cubierta también utilizan la cuarcita, mezclada con la pizarra, como matrerial de composición de los muros. Este grupo no tiene las características tan peculiares del primero, ni su arquitectura mantiene el mismo número de elementos vernáculos, pero representa una unidad con elementos que difieren de los otros grupos. A él pertenecen los siguientes pueblos: Almiruete, Palancares, Semillas, Las Cabezadas, Arroyo de las Fraguas El Ordial, Umbralejo, Valdepinillos, La Huerce, Zarzuela de Galve, Valverde de los Arroyos, Aldeanueva de Atienza, La Miñosa y otros que no hemos incluido porque actualmente mantienen pocos elementos que responden a este tipo de arquitectura, aunque se puede considerar que en un tiempo su caserío estuvo construido según las características de este segundo grupo; como ejemplo citamos Zarzuela de Jadraque, Hiendelaencina o La Nava de Jadraque donde quedan restos de arquitectura negra en las tinadas y corrales, que es donde esta tipología ha sufrido menos alteraciones.

III. El tercer grupo lo componen los pueblos que no pertenecen a la arquitectura negra pero que nos sirven para comprobar que las características constructivas varían al cambiar de tipología de arquitectura popular. Hubiéramos podido incluir en este grupo todos los pueblos de la provincia, pero eso formaría parte de otro estudio más extenso en el que se analizaría toda la arquitectura vernácula de Guadalajara. En este grupo incluiríamos los pueblos de *Galve de Sorbe, Colmenar de la Sierra, Cabida y Peñalba de la Sierra*. Son emplazamientos muy próximos al pico Ocejón, con ciertas similitudes en su arquitectura que nos obligan a profundizar en el sistema constructivo y en los materiales empleados.
La característica de arquitectura próxima es la que nos decidió a incluirlos en el presente trabajo, pues existen otros pueblos como Tamajón, Atienza, o Somolinos que bordean la zona de los Pueblos Negros y donde la variación de arquitectura es tan clara y los materiales empleados tan diferentes que no hace falta realizar un estudio para comprobar que el sistema constructivo aplicado es totalmente distinto.

El criterio seleccionado para exponer la clasificación que acabamos de realizar es el de la unidad en la tipología arquitectónica; es el primer grupo descrito el que responde a unas singularidades que le confieren un valor único dentro de la arquitectura popular española. Obedece a todas las premisas necesarias para considerar a la arquitectura negra de pizarra del pico Ocejón como una unidad singular de arquitectura vernácula en perfecto estado, que mantiene actualmente todos los elementos tradicionales. En todos los pueblos del grupo, tanto en los abandonados como en los habitados, existe una unidad constructiva que responde a una razón común.

Mediante el análisis de la tipología edificatoria, los materiales de construcción, los elementos y sistemas constructivos y las lesiones y daños de los edificios, podemos demostrar la existencia de unos elementos que tienen una presencia constante en toda la arquitectura del grupo. Estos elementos responden a unas causas propias de un razonamiento lógico, sin que queramos caer en un determinismo demasiado literal. Si la arquitectura de un pueblo es el reflejo de la sociedad que la crea, con todos sus factores —económicos, sociales, espirituales, tecnológicos, físicos y geográficos— es obvio que estos factores son los que condicionarán el resultado del hecho arquitectónico, convirtiéndose en condicionantes causantes del mismo.

Estudiando la tipología urbana de los pueblos de la arquitectura negra comprobamos que los asentamientos no responden sólo a problemas geofísicos sino que resuelven otros como la organización de una vida en común o la adecuación a una economía de carácter agropecuario. Aunque a simple vista los pueblos estudiados no presentan unos caracteres específicos urbanos, se descubren unas formas y unos

tipos que expresan la existencia de algo común a ellos, que no responde a un estudio o a una técnica desarrollada o transmitida. Este modelo urbano, aparentemente anárquico o circunstancial, se encuentra regido por unos principios comunes que confirman la existencia de una razón que no se queda en la construcción, sino que influye en toda la arquitectura. Una demostración palpable es la similitud que existe en todos los pueblos en cuanto a su organización urbana y su relación con el medio, encontrándose muy pocas diferencias entre unos y otros.

La relevancia del material

Uno de los puntos que confieren este carácter de unidad es el empleo de los mismos materiales de construcción. En los pueblos del primer grupo, la pizarra se encuentra utilizada de forma masiva, hasta el punto de ser casi exclusivo su uso como material de construcción. Si consideramos las características físicas y mecánicas que le dan impermeabilidad, elasticidad y resistencia a cambios térmicos unidas a su localización en la zona, es fácil seguir un proceso que explique el porqué de su empleo.

Los materiales usados son la madera, el barro y la pizarra; pero es este último el elemento clave que sirve de base para iniciar todo el proceso de investigación y que nos lleva a conocer las causas de esta arquitectura, que aprovecha un material existente a pié de obra y lo emplea en todas sus formas posibles para dar respuesta a los problemas que los condicionantes plantean.

El empleo de la pizarra es, además, el punto clave que marca la diferencia entre los grupos de los pueblos clasificados, siendo su utilización la que definirá la inclusión en uno u otro grupo. La pizarra se encuentra en íntima unión con el origen y evolución de los pueblos y a través de ella obtenemos conclusiones que nos llevan a afirmar que *la alteración en el uso de este material supone la variación y desaparición de esta arquitectura,* con la consiguiente pérdida de un valor tradicional que significa la existencia propia del hombre en el planeta.

El estudio de todos los materiales empleados es fundamental para descubrir el proceso de génesis de la arquitectura negra. Esto sucede en cualquier tipo de arquitectura popular pero en este caso concreto va más allá pues el material es el que responde a los condicionantes, y su capacidad para hacerles frente le confiere ese carácter que consigue convertir a una arquitectura intuitiva y aislada en una arquitectura con una riqueza de soluciones constructivas que manifiestan no sólo singularidad sino también idoneidad. Es el material y su campo de aplicación el que nos permite, mediante un estudio en profundidad, obtener unos resultados válidos para calificar la morfología del conjunto arquitectónio

Como complemento de la pizarra y también como material fundamental aparece la madera, de sabina, álamo, roble, encina u olmo, que sirve para solucionar los problemas constructivos que se plantean y que la pizarra no es capaz de afrontar. Así, comprobamos cómo aparece la madera en los elementos estructurales como material auxiliar y como sistema de carpintería. Esta variedad en la utilización del material choca directamente con el desarrollo tecnológico existente pues no existe un proceso de obtención y elaboración avanzado como sería lógico pensar después de tantos años empleando el material.

Aunque un desarrollo normal en la construcción arquitectónica supondría el haber avanzado en la tecnología empleada, en la arquitectura negra esto no ocurre, empleándose la misma en rollo, desbastada o en escuadrías realizadas con azuela. Circunstancia ésta que refuerza la idea general, pues si los sistemas constructivos de la arquitectura negra estuvieran basados en un proceso realizado por el hombre atendiendo a una técnica que se emplea y transmite por toda la zona, lógicamente esta técnica iría desarrollándose hasta dar soluciones óptimas que llevaran a emplear materiales aprovechando al máximo sus posibilidades, como ocurre con los sistemas constructivos actuales.

Sin embargo, al estar estos sistemas basados, no en una técnica constructiva ni en el empleo de un material, sino en una respuesta inmediata del hombre frente a las circunstancias adversas y condicionantes de su entorno que ha de encarar con soluciones que le permitan desarrollar su vida, sucede que cuando alcanza el nivel suficiente de experiencia en el que consigue obtener estas soluciones el proceso se detiene sin continuar su evolución produciéndose entonces una perpetua repetición, sobre todo en el ámbito constructivo.

Estas soluciones se mantienen hasta que los condicionantes que las han provocado se modifican iniciándose entonces una alteración en el hecho arqui-

tectónico que afecta a los materiales y al sistema constructivo, desvirtuando los valores tradicionales que se han conservado a través del tiempo para formar parte de la cultura de la sociedad. El primer grupo de pueblos, en el que se han mantenido los condicionantes más estables es el que mejor conserva su arquitectura vernácula.

Analizando el porqué ha llegado hasta nuestros días este ejemplo de arquitectura popular que llamamos arquitectura negra de pizarra y el porqué de su perfecto mantenimiento, llegamos a unas conclusiones objetivas que nos indican cómo al permanecer hasta hace poco tiempo el conjunto de pueblos en un estado de aislamiento, los factores generadores de la arquitectura como respuesta del hombre se habían mantenido y por tanto el resultado de esta respuesta que eran las propias construcciones, también. Para comprobar esta hipótesis nos basta con comparar los demás pueblos con los del primer grupo que es el que presenta una arquitectura más singular y en mejores condiciones.

El segundo grupo, compuesto por pueblos cuya arquitectura tiene ciertas diferencias con el primero, ayuda a confirmar nuestra interpretación principal, ya que queda claro que todos los pueblos participan de unas características constructivas similares y emplean los mismos materiales, pero al variar en este caso los factores externos varían también dichos sistemas constructivos y los materiales, hasta llegar a ejemplos donde la arquitectura negra ya sólo se refleja en las taínas o tinadas y en un número muy reducido de casas pues todas las demás han visto alteradas sus características y han eliminado los elementos que las definían como arquitectura negra.

Así pues, en un estudio comparativo entre los dos grupos podemos comprobar cómo aquellos que han mantenido sus condicionantes presentan una arquitectura tradicional consecuente, mientras que los que han sufrido una alteración de estos factores experimentan una degradación en su arquitectura, siendo ésta directamente proporcional a las alteraciones sufridas.

ARQUITECTURA NEGRA DE PIZARRA

Los pueblos de la arquitectura negra de pizarra presentan unos materiales, elementos y sistenas muy homogéneos, reflejo de la identidad común de su arquitectura. Los muros son de mampostería de pizarra, las cubiertas de lajas del mismo material y las carpinterías de reducidas dimensiones, en madera de roble o encina. Este empleo de la pizarra tanto en paramentos verticales como en cubiertas, unido a la configuración exterior de las casas que (constan de una sola planta con tejados de poca pendiente y gran superficie y escaso número de huecos exteriores) son los rasgos que califican a la arquitectura negra y la identifican como una arquitectura de economía primaria que se integra totalmente con el medio en el que se desarrolla.

En el estudio de los elementos constructivos se comprueba la repetición del sistema, ampliando la homogeneidad de los pueblos de los pueblos del primer grupo, que no sólo se identifican por la tipología externa sino por factores de naturaleza más profunda como son los invariantes constructivos, originados por causas comunes. Así, la cimentación de las casas presenta una tecnología simple, que aprovecha al máximo el subsuelo existente al realizarse directamente sobre la roca madre de pizarra. En los muros no existen elementos de transición entre éstos y el terreno ya que no es necesario repartir la carga en mayor superficie, limitándose el sistema a desbrozar, a eliminar la capa vegetal del terreno y a nivelar en la medida de lo posible la base de los muros. Todo ello realizado con herramientas muy rudimentarias, que suelen coincidir con las empleadas en las labores del campo. Cuando existen elementos de madera que por su función tienen que ir sobre el terreno, entonces se emplea la pizarra caliza o incluso se utiliza la madera con una doble función de forma tal que actúe como aislante con respecto al terreno para evitar hongos de pudrición y ataques de xilófagos, pero no necesariamente con una función estructural de soporte de carga.

La estructura de las casas es idéntica en todos los casos estudiados y surge como respuesta a los problemas planteados, siempre con el empleo de los materiales disponibles más inmediatos. Distinguimos dos tipos básicos que corresponden a edificaciones auxiliares, como son los encerraderos de ganado o las tainas, y a edificaciones más complejas como son las viviendas. El primer tipo se resuelve con muros perimetrales de carga construidos a base de mampostería de pizarra y cubierta con estructura de madera de vigas y pies derechos y con nudos que siempre trabajan en apoyo simple.

El segundo tipo emplea como estructura principal la madera, tanto en los muros exteriores como en las crujías interiores y en la cubierta. Esta estructura de pilares y vigas de madera se completa con un muro perimetral de mampostería de pizarra que sirve para arriostrar el conjunto, pues no existen uniones rígidas sino apoyos simples que trabajan gracias al peso que reciben y a los muros, que impiden su desplazamiento. La estructura de la cubierta es similar al tipo anterior, con alguna complejidad según sean los faldones existentes.

Las cubiertas son siempre de lajas de pizarra dispuestas en orden según su tamaño, correspondiendo las de mayores dimensiones al alero y disminuyendo según se acercan a la cumbrera. Esta se resuelve con pizarra «a tijera», pues su realización se adecua al material empleado y ofrece una respuesta óptima a los problemas que el medio plantea, sobre todo al evitar el desplazamiento de estas piezas por acción del viento. En cuanto al alero, existen diferentes soluciones como hemos visto a lo largo del estudio de estos pueblos, pero la más generalizada corresponde a la más simple que consiste en volar las lajas de mayor tamaño.

La carpintería exterior es siempre de reducidas dimensiones con huecos dispuestos de forma aleatoria que no guardan ninguna simetría ni orden lógico, correspondiendo a una necesidad orgánica de iluminación y ventilación interior, limitada por los elementos constructivos y por el clima soportado. Aunque actualmente existen carpinterías móviles con encuentros en madera bien realizados, originariamente estos huecos no presentaban este tipo de carpintería o ésta estaba realizada de forma elemental con tablas y travesaños clavados.

En las puertas de acceso a la vivienda y a los corrales, el anterior sistema se vuelve más complejo, pues al ser necesariamente estos elementos de mayor tamaño y por tanto de mayor peso, es obligado disponer de unas bisagras que a la vez que soportan dicho peso permitan el giro de la puerta. En el caso de los encerraderos este elemento se realizaba con un vástago de madera acabado en punta tronco-cónica que se introducía en una laja de pizarra a la que previamente se le había practicado una perforación. Se completaba el mecanismo con unas abrazaderas de hierro forjado que sujetas al cerco o a los tizones de los muros, permitían el giro de la puerta.

Los acabados interiores responden a soluciones de economía de subsistencia, donde se emplean materiales procedentes del ecosistema con muy poca elaboración. A diferencia de las arquitecturas tecnificadas, donde todos los interiores se realizan con materiales elaborados con procesos industriales, en la arquitectura popular y sobre todo en la arquitectura negra, se emplean los mismos materiales que en la construcción de los demás elementos y obtienen su condición de acabado, no con la transformación del material sino con el sistema constructivo empleado en su aplicación.

Los tabiques internos se construyen con diferentes técnicas pero siempre se emplea la madera, la piedra y la tierra en la elaboración de adobes. El acabado final es igual en estos tabiques que en el trasdós de los muros de cerramiento y consiste en extender sucesivas capas de tendidos de barro con carga de paja seca, disminuyendo el espesor de las mismas conforme nos acercamos a la terminación y rematándose con una pintura de cal.

En los solados también se emplea la madera, la piedra y la tierra. La madera en forma de entarimado sobre las vigas del forjado en el «sobrado». La piedra en lajas de pizarra que sirven para solar el zaguán de entrada y la tierra, previa compactación, en habitaciones interiores.

Los daños o lesiones constructivas que presentan las casas correspondientes a los pueblos del primer grupo responden siempre a una falta de conservación y mantenimiento, propia de pueblos semiabandonados. Si tenemos en cuenta que una arquitectura popular requiere necesariamente un mantenimiento continuo y que esta conservación, aunque no precise una técnica elaborada, sí precisa de un esfuerzo físico considerable, nos daremos cuenta de que cuando se inicia un proceso de emigración como el producido en estos pueblos, las casas empiezan a sifrir una lenta agonía hasta su total destrucción.

La destrucción es un proceso que se inicia por la cubierta, en la que por acción de los agentes atmosféricos las lajas de pizarra se desprenden, se mueven o se rompen permitiendo el paso de la lluvia que acaba por crear las condiciones óptimas de humedad y temperatura para la proliferación de hongos de pudrición que descomponen la madera de los elementos estructurales, que por pérdida de su capacidad portante ceden ante el peso de la cubierta. Una vez hundida ésta, los muros reciben la acción directa de la lluvia, el

sol, viento y nieve provocando un lavado del mortero de barro empleado para el asentamiento de los mampuestos y el consiguiente desprendimiento de los mismos que acaba, por último, con el desplome de los muros. Es de esta forma cómo el entorno vuelve a absorber todos los materiales que había cedido para la construcción de un hábitat humano, razón por la cual se puede considerar a la arquitectura negra como una arquitectura ecológica pues además de estar totalmente integrada en el paisaje y en el medio en que se desarrolla, la naturaleza es capaz, por medios propios, de «reabsorber» las edificaciones levantadas por el hombre, como ocurre con las construcciones realizadas por los animales irracionales.

La arquitectura negra de cuarcita

En el segundo grupo los pueblos presentan un asentamiento más adecuado a los elementos topográficos, pero con un crecimiento orgánico que se desarrolla en función de las necesidades de sus habitantes, aunque siempre con el carácter rural propio de su economía. Este urbanismo crea espacios públicos como elementos residuales que adquieren su valor no por la concepción generadora de los mismos, sino por la función que se realiza en ellos. Ocurre como en los sistemas constructivos, que no responden a una intencionalidad propia de una técnica, sino a una respuesta inconsciente dada por sus habitantes.

La *tipología edificatoria* se puede reducir a cuatro tipos:

- Las viviendas que carecen de corral.
- Las viviendas que emplean la planta baja para esa función.
- Aquéllas que tienen el corral adosado.
- Los corrales o tinadas de uso exclusivo.

Aquí encontramos una de las diferencias más claras entre ambos grupos, pues mientras que en la arquitectura negra de pizarra las casas son de una planta, en la que se dispone la vivienda y el corral, en la arquitectura negra de cuarcita las viviendas son de dos plantas, situándose en la planta baja el corral y el almacén de los aperos de labranza y en la planta superior la vivienda. En los dos casos existe una cámara bajo-cubierta (el ya conocido «sobrao») que se utiliza como granero y almacén.

En cuanto al empleo de los *materiales de construcción* también existen diferencias pues aunque aquí se vuelven a usar la piedra, la madera y el barro, en este caso los muros se realizan con mampostería de pizarra y cuarcita, siendo más abundante esta última, obteniéndose mayor esbeltez en los muros y favoreciendo la aparición de una segunda planta. En vez de emplear la pizarra como material exclusivo, este segundo grupo de pueblos aprovecha otros materiales disponibles en el subsuelo local, limitando la pizarra a la cubierta y algunos mampuestos. En cuanto a la madera, sigue siendo de roble, encina y olmo fundamentalmente.

Los *percepción exterior* también varía, consecuencia lógica del cambio de material, resultando los muros con una tonalidad más clara propia de la cuarcita, que desvirtúa el carácter de arquitectura negra.

En el análisis de los *elementos constructivos* es donde encontramos más similitudes entre ambos grupos pues aunque los materiales varían ligeramente de uno a otro, el sistema constructivo es idéntico produciéndose leves desviaciones en los elementos de estructura al poseer este segundo grupo un gran número de casas de dos plantas.

La cimentación se realiza de forma idéntica, es decir, directamente sobre el terreno que, aunque en este caso no es pizarra sino cuarcita, presenta las mismas ventajas en cuanto a resistencia e indeformabilidad y no tiene problemas de estabilidad al transmitirle una mayor carga debido al aumento del número de plantas.

La estructura también presenta soluciones idénticas tanto en los elementos portantes de los forjados y muros como en la cubierta. Al ser un sistema de vigas y pilares de madera que en la zona exterior se empotran al muro evitando la transmisión de carga a través de estas mamposterías, permite resolver perfectamente los forjados de planta primera sin más que crear unos mecanismos de apoyo de las vigas mediante carreras, durmientes o zapatas. El sistema estructural en los casos del segundo grupo es similar al de los del primero, pero con una altura más y repitiendo las mismas soluciones para cubierta.

La carpintería exterior es el único elemento constructivo que presenta variación pues en la arquitectura negra de cuarcita los huecos de ventanas y puertas aumentan de proporciones, como respuesta a un medio menos agresivo, con temperaturas ligeramente más altas. Estos huecos, que también se disponen de forma aleatoria en fachada y perfectamente orienta-

dos a mediodía, necesitan una labor algo más compleja para la realización de su carpintería que, como se ha visto, presenta varias soluciones en función del tamaño de los mismos. Sin embargo, se mantiene esa forma tosca de trabajar la madera de la arquitectura negra de pizarra y que supone un claro desconocimiento de las labores propias de carpintería.

Los acabados internos estudiados en la arquitectura negra de cuarcita son coincidentes con los de Pizarra empleándose los tres materiales básicos de construcción: madera, piedra y barro. En la planta baja los solados son de lajas de pizarra para el zaguán, lugar por el que pasan los animales a la cuadra y los habitantes a la vivienda a través de la escalera. En el resto de las dependencias de planta baja, el suelo se realiza con tierra apisonada ya que su uso es de almacén o corral. Los paramentos verticales de esta planta se terminan con mortero de barro en sucesivas capas.

En la planta primera, correspondiente a la vivienda, los solados son de dos tipos, el primero se realiza con tarima de tabla clavada sobre los rollizos de madera que sirven de viguetas. Esta solución permite la transmisión de calor desde las cuadras hasta los dormitorios. El segundo tipo de solado consiste en una terminación de mortero de barro y paja seca que cumple una función contraria al anterior pues se emplea como aislante para mantener el calor producido en la cocina. En los paramentos verticales se aplica un tendido de barro según el procedimiento ya estudiado que se acaba con una aplicación de aguada de cal para aumentar la luminosidad de las habitaciones y evitar la degradación de este revestimiento.

En la planta bajo cubierta el solado es de tarima a fin de que permita la transmisión de calor entre la primera planta y esta, y se realice un correcto secado del grano almacenado. Las paredes se mantienen en mampostería vista, por lo que se produce un polvo procedente de la erosión del mortero de barro empleado en el asentamiento de los mampuestos y que confiere un aspecto de abandono al «sobrao».

Referente a la *patología* detectada en este grupo hay que destacar unas causas coincidentes con las de la arquitectura negra de pizarra ya que todos los daños y lesiones son consecuencia de la falta de mantenimiento. Una vez que falta el material, si no se repara inmediatamente se origina un daño que no corresponde a una mala ejecución o a un sistema constructivo inadecuado, sino a una lesión anterior en otro elemento.

Hasta aquí llegaría el estudio comparativo de los dos tipos fundamentales de arquitectura negra observados. En cuanto a los otros pueblos, observamos que sus características arquitectónicas difieren totalmente y dotan a la arquitectura negra de una singularidad que escapa a la definiión que ensayamos aquí.

Existiría realmente un grupo adicional de pueblos que, perteneciendo a la zona del macizo de Ayllón, se pueden considerar de arquitectura negra, pero al no hallarse en de la provincia de Guadalajara no los consideraremos. Se aprecian en estos pueblos los rasgos formales y constructivos de la arquitectura negra, aunque nunca tuvieron una comunicación directa con los pueblos de Guadalajara ya que les separa de ellos la Sierra de Ayllón, con alturas de 1.765 m y 1.690 m. Es pues este aislamiento y la barrera física que supone la sierra lo que nos confirma que la arquitectura negra no deriva de la técnica del sistema constructivo sino de la generalización de una respuesta primaria. En los pueblos de Becerril, Serracín y El Muyo se mantienen, con ligeras diferencias, los elementos significativos de la arquitectura negra y si ampliáramos nuestro análisis a los mismos comprobaríamos que los factores determinantes son muy similares a los presentados en el Macizo de Ayllón.

En este texto nos hemos aplicado a demostrar que la *razón constructiva de la arquitectura negra de Guadalajara* es un conjunto de factores externos que llamamos condicionantes, y que actúan sobre el hombre de dos formas, una indirecta, que permite la aparición de un determinado tipo de arquitectura popular diferente a las demás variantes, y otra directa, que determina las características constructivas de esta propia arquitectura. La cultura material del hombre aparece claramente delimitada por aquéllos factores del entorno que le llevan a adoptar cierto tipo de configuraciones arquitectónicas y sistematizar ciertos procedimientos constructivos y tipológicos que se repiten y heredan mientras son pertinentes (lo que significa durante siglos). Es el análisis puramente constructivo que aquí hemos esbozado lo que nos permite comprender la realidad material del hecho de habitar, sea cual sea el lugar del globo que se examine y sea cual sea la variante cultural que nos ofrezca, al menos mientras se trate del campo de la arquitectura tradicional, la cual, utilizando el célebre término de Fernand Braudel, no puede dejar de ser en sí misma un fenómeno de «larga duración».

Lista de referencias

Azcarate Ristori, José María. 1983. *Inventario artístico de Guadalajara y su provincia.* Madrid: Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes.

Caro Baroja, Julio. 1946. *Los pueblos de España.* Barcelona: Colección Histórica Layé.

Feduchi, Luis M. 1984. *Itinerarios de arquitectura popular española.* Barcelona: Blume.

Flores, Carlos. 1973. *Arquitectura Popular española.* Madrid: Aguilar.

Flores, C. 1979. *La España popular: raíces de una arquitectura vernácula.* Madrid: Aguilar.

Instituto Marques de Santillana. *Cuadernos de etnología de Guadalajara.* N[os] 0, 1, 2 y 3. Guadalajara.

Maldonado Ramos, L. 1992. La arquitectura negra de Guadalajara. En *Documentación técnica del II Congreso Europeo sobre Arquitectura Popular y Hórreos.* San Sebastián.

Maldonado Ramos, L., F. Vela Cossío y J. de Miguel Ariz Navarreta. 1997. Reconstrucción arquitectónica del molino harinero de Matallana (Guadalajara) En *Actas de las Jornadas Nacionales de Molinología.* Santiago de Compostela: Cuadernos de Sargadelos-Museo do Pobo Galego / Fundación Juanelo Turriano.

Maldonado Ramos, Luis. 1997. Guadalajara, la arquitectura negra. En *Ronda Iberia,* febrero de 1997. Madrid: Grupo Zeta.

Maldonado Ramos, Luis. 1998. La arquitectura negra en Guadalajara. En *Restauración & Rehabilitación.* Madrid: Prensa Española.

Rapoport, A. 1972. *Vivienda y cultura.* Barcelona: Gustavo Gili.

Taylor, J. S. 1984. *Arquitectura anónima.* Barcelona: Editorial Stylos.

El nacimiento de la cerámica armada

Ana M. Marín Palma
Antonio Trallero Sanz

En el año 1945 un arquitecto español, Antoni Bonet i Castellana,[1] afincado desde esta fecha en Uruguay,[2] llama a Eladio Dieste,[3] un ingeniero uruguayo, para que colabore en el calculo de la estructura del proyecto de la casa Berlinghieri, que iba a construir en Punta Ballena,[4] y que la quería cubrir con unas bóvedas en hormigón armado, a igual que ya había hecho, anteriormente, para el Conjunto de Viviendas en Martínez (Buenos Aires, 1941–42) (fig. 1 y 2), del que se sentía muy satisfecho de su utilización como elemento generador del espacio pero no de sus cálculos estructurales; pero Dieste tras diversos encuentros con Bonet, le propone que la bóveda pueda realizarse como una liviana cáscara en ladrillo, ejecutada con la técnica del hormigón armado, es decir, introduciendo unos finos alambres en el mortero de las juntas de los ladrillos, y utilizando un encofrado móvil. El arquitecto acepta el cambio naciendo de esta forma la cerámica armada.

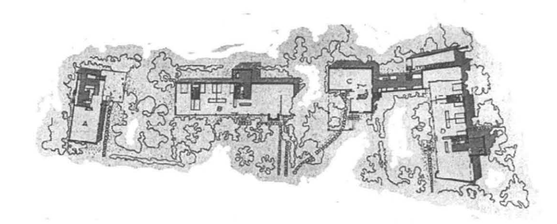


Figura 1

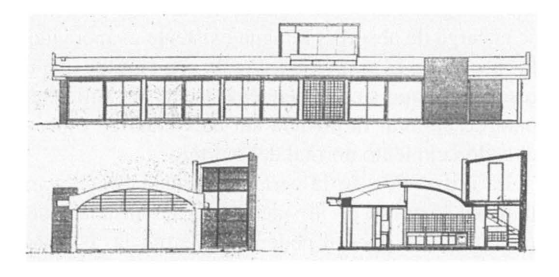


Figura 2

Dieste recuerda del siguiente modo la génesis:

> La cosa empezó así: Bonet me llamó para calcular la estructura de unas casas que habia proyectado en Punta Ballena. Ahora, la casa de Bonet realmente sugería el no hacer de hormigón las bovedas sino hacerlas de ladrillo. Me acuerdo que Bonet me dijo: «pero no lo hariamos de ladrillo porque nos va a dar una cosa muy pesada», porque el habia pensado colocar los ladrillos en el sentido de los 12 cm. Yo le dije «una cascara de ladrillo» y me respondió: ¿usted cree que eso se puede hacer? Yo le dije: Bueno, déjemelo que lo voy a pensar. Y lo pensé y, claro, tenía una cantidad de dudas muy grandes pero estaba seguro de que se podía hacer. Entonces lo hicimos. El contratista no quería construirlo, después no quería ponerse debajo, después no quería subirse a la estructura y el ver las cintas de ladrillo contra los bosques me hizo realmente ver que había encontrado algo que valía la pena seguir; era la punta de un hilo.[5] (Eladio Dieste 1996)

En otra conversación indica:

. . . la primera obra en la cual tuve que intervenir me sugería una cascara de ladrillo más que una estructura de hormigón. Había una libertad formal aparente, la cual llevaba a una solucción cara, poco economica, en cambio la solución con cascaras de ladrillo iba a ser una mucho más economica. (Eladio Dieste 1996), (fig. 3 y 4).



Figura 3

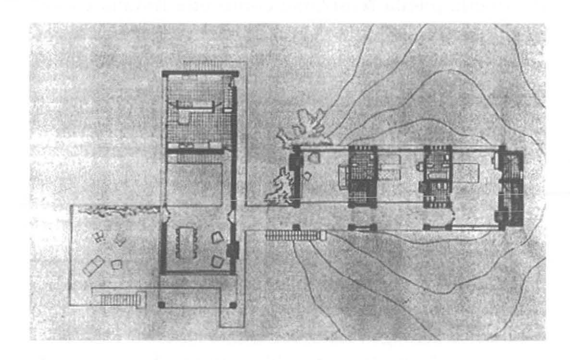


Figura 4

La punta del hilo, a la que se refiere Dieste, era la de poder dar solución a esa pasión de cubrir el espacio con la menor cantidad de materia posible y hacerlo con un nuevo material, la cerámica armada, uniéndose con aquellos otros creadores en «donde la insaciable ansiedad por la ligereza, el profundo y nuevo sentimiento de la calidad estructural, el afán insuperable de conseguir que la forma resista como un todo, les hace arriesgarse hasta los limites de lo posible».

Pero de la novedosa invención sólo queda, de aquella época, la publicación en 1947, del articulo Bóveda nervada de ladrillos de espejo en la Revista de Ingeniería de Montevideo, en donde Eladio Dieste indica las características constructivas y estructurales de la bóveda ejecutada para la casa, así como la construcción de una segunda cascara, en la que aumenta la luz y la pretensión de realizar una tercera, aún mayor.

Según este articulo, para la casa Berlinghieri se realizaron bóvedas de 6 m. de luz, con la forma de una catenaria, de flecha 1/6 de la luz, de una sola hoja de ladrillo, de 5,5 cm de espesor, puesto de plano, que arma con alambres de 4 mm entre las juntas de 2 cm de espesor, que van entre ladrillo y ladrillo, o sea, cada 25 cm. aproximadamente, y en el sentido de la directriz de la superficie cilíndrica. Todo el conjunto se terminaba con un ladrillo puesto de canto, una especie de empalomado, a fin de dejar una cámara de aire de unos 12 cm de espesor, para aislar térmicamente, y sobre éste, se apoyaría un ladrillo fino, de 3 cm de espesor, denominado tejuela.

Como medio auxiliar, y aquí viene la clave aunque cuando se explica esta obra no se le dé la suficiente importancia. es la utilización de una pequeña cimbra móvil, de 1,50 m. de longitud, que iba trasladándose manualmente todos los días. Esto lo que significa es todo un proceso constructivo,[6] pues la sección de las bóvedas, es decir su forma, debe estar proyectada junto con la cimbra, de manera que se puede descimbrar fácilmente y sin necesidad de desmontarla completamente, solo bajarla despegándola de la estructura realizada, lo justo para pasar por debajo del arco construido, mediante unos gatos, y transladarla según el eje longitudinal de la bóveda, para volverla a elevar a la nueva posición de hormigonado, así díariamente. Esto es posible porque el único material a endurecer es el mortero existente en las juntas, y este tira enseguida maxime cuando el material cerámico se encarga de absorber el agua existente evaporándola enseguida. El conjunto así realizado permite que la resistencia, aun siendo pequeña, pueda ser suficiente para descimbrar la boveda sin necesidad de esperar el endurecimiento normal del mortero.

La utilización de la cerámica armada conllevará también liberarle de la sujeción de las instalaciones provisionales, pues al poder desencofrar las bóvedas en cuestión de horas, reducía al máximo los medios auxiliares, que siempre atentan gravemente contra la

economía de la obra y, que los obreros esten inactivos el menor tiempo posible, produciéndo también un ritmo continuo de trabajo en todas las cuadrillas que forman parte de la obra, sin paros temporales y, por tanto, reduciendo el gasto al máximo posible.

A parte de la parte técnica, Dieste podía poner en practica otro tema emergente y que le acompañara el resto de su existencia. Él era un hombre profundamente religioso y comprometido con la sociedad en la que está inmerso, el hecho de poder realizar las obras con ladrillo, y que su nuevo método constructivo no requiriese de una mano de obra especializada, aunque sí que tuviera conciencia de que se trata de un material que requiere oficio, que necesita un aprendizaje y una puesta en obra, o sea un proceso creativo, tanto en quien idea la forma como en el que la construye, así como un proceso contemplativo, pues las formas se van creando poco a poco con las manos, significaba la involucración desde el principio del alma humana, y para Dieste, el pleno logro del hombre es el fin, pero tambien la opción adoptada por Dieste es inequivoca: potenciar los recursos disponibles y extraer el maximo provecho del conocimiento adquirido y de la reflexión racional aplicada a los mismos (fig. 5).[7]

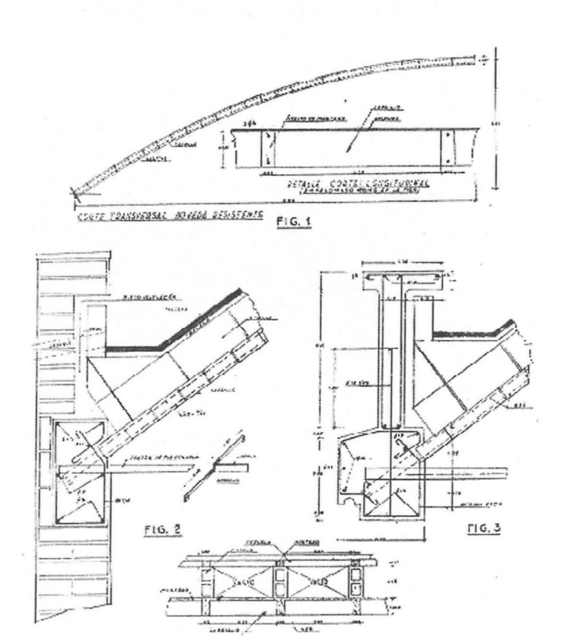


Figura 5

En el articulo se indica que ha realizado con la misma técnica una segunda bóveda, pero salvando ya una luz entre ejes de muros de 10,50 m., con solo aumentar la armadura. La directriz sigue siendo una catenaria de flecha 1/6 de la luz, las juntas de mortero de 3 cm de espesor, embebiendo dos hierros de diámetro 6 mm. por cada ladrillo, es decir, cada 25 cm. aproximadamente, en el sentido de la directriz, aumentando en un hierro de diámetro 6 mm, cada dos ladrillos (aproximadamente 25 cm) en sentido longitudinal. Todo lo acaba con un enlucido de mortero de 1 cm. de espesor. Los tensores, de planchuela de 1x8 cm., se dispusieron cada 5 m, siendo la carrera de descarga de 50 cm de altura por 35 cm de ancho. El hecho de que pueda aumentar la luz de las bóvedas, aumentando la armadura, según el calculo, le lleva a que nos indique en el mismo artículo que va a ensayar con la misma técnica una bóveda de 12 m. de luz y 6 m. de longitud.

Visto el proceso, observamos como de la unión que de su técnica constructiva se viene realizando continuamente con la técnica de las bóvedas tabicadas, se debe más a la utilización del material común empleado, el ladrillo, que al comportamiento estructural y a la forma de construirse.[8]

A Eladio Dieste, siempre que se le indicaba su posible influencia de las bóvedas tabicadas, contestaba:

> La génesis no ha venido por ahí [habla de las bóvedas catalanas] sino que la génesis ha venido por las estructuras de hormigón armado, de desencofrado rápido; eso ha sido la madre de las estructuras. Que el resultado final pueda coincidir con algunas cascaras catalanas no quiere decir que esté inspirado, lo que hacemos, en la bóveda a la catalana, no tiene nada que ver.[9] (Eladio Dieste 1996)

Despues de esta puntual experiencia en las obras de Punta Ballena, Eladio Dieste debe continuar con su trabajo en la empresa multinacional noruena Christiani y Nielsen,[10] trabajo que compagina con la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, proyecto de Puentes, y tambien con el de la Jefatura de la Sección Tecnica en la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Publicas de Uruguay.

En 1954 funda su propia compañía, dedicada al calculo y construcción, con un antiguo compañero de facultad, Eugenio Montañez, la DIESTE&MONTAÑEZ, S.A., pudiendo ya con ella materializar todas sus densas visiones espaciales, creando nuevas

formas estructurales y desarrollando, ya ininterrumpidamente, el sistema constructivo iniciado en la casa Berlinghieri.[11]

De su vasta trayectoria profesional podriamos nombrar las siguientes construcciones que hemos escogida por la implicación personal que Dieste sentia hacia ellas. Las figuras 6 y 7 representan la construccion de la iglesia de Cristo Obrero (Atlantida, 1955–1960), y la figura 8 el interior de la iglesia, considerada por él mismo como su primera obra de arquitectura, pues la libertad dada por la propiedad le lleva a que pueda realizar todo un ejercicio teorico-practico de su metodologia, al poder llevar este a todas y cada una de las distintas partes de la construcción. Se cubre con bovedas gausas continuas, de luz entre 16,00 y 18,80 m., siendo el espesor de la cascara el de un ladrillo de 5,5 cm, y la capa de mortero de 3 cm (ligeramente armada). Como elemento de acabado utilizo un ladrillo delgado, una tejuela. La figura 9 representa el interior del deposito de Julio Herrera y Obes (Montevideo, 1976–1979), en donde emplea bovedas gausas discontinuas atirantadas salvando una luz de 50 m y en donde el espesor de la cascara es de 12 cm, de los que 10 cm son del ladrillo hueco. El area cubierta es de 4.200 m2. Y la figura 10 representa la terminal de omnibus de Salto (1971–1974), en el que las bovedas autoportantes salvan una luz de 5,75 m, y tienen un doble volado

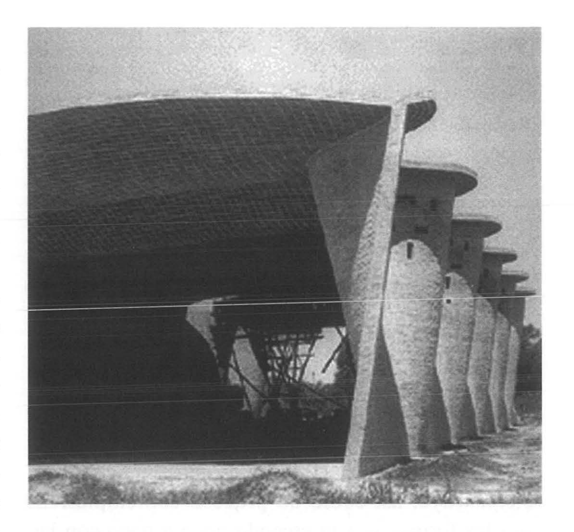


Figura 7



Figura 6

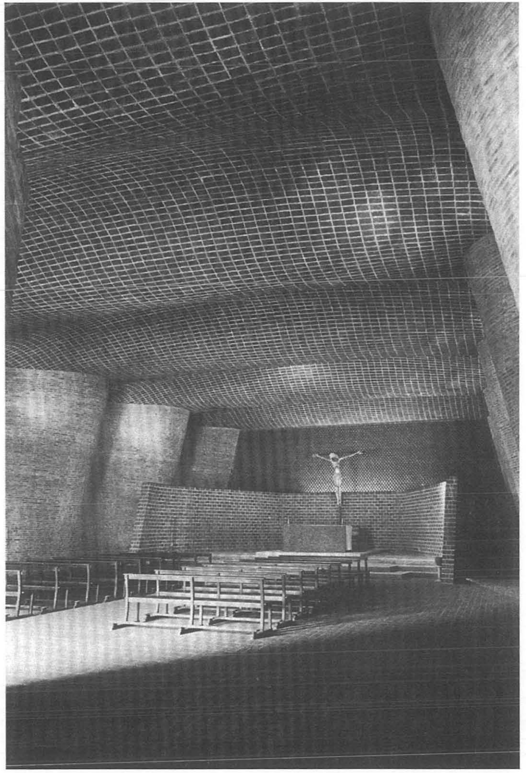


Figura 8

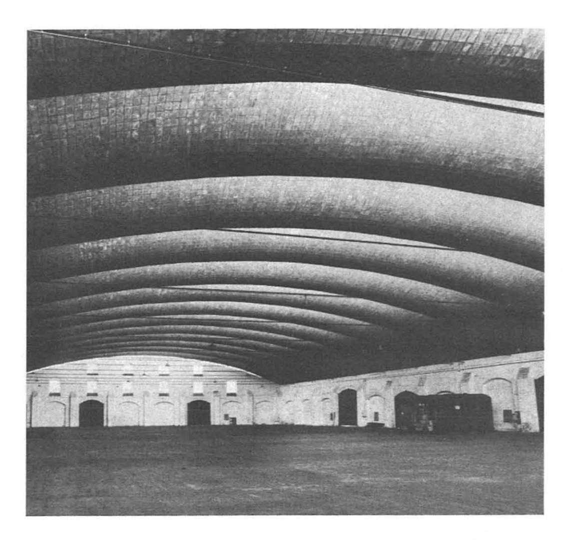


Figura 11

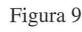
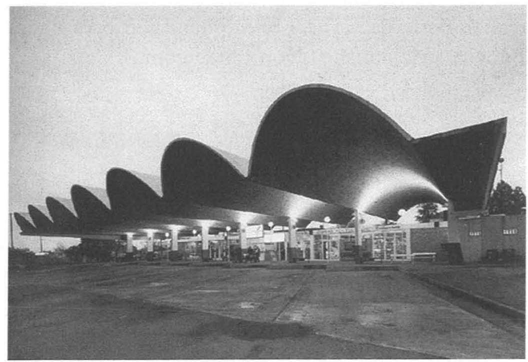


Figura 9



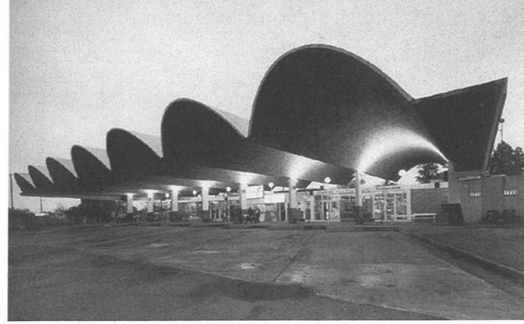


Figura 10



Figura 12

libre de 13,50 m a cada lado, cubriendo una superficie de 1.300 m2.

Y como no, su propia casa (Montevideo, 1965-1968), en donde la figura 11 representa las solucciones constructivas y estructurales de las bovedas autoportantes, con luces entre los 3,50 m y los 5,00 m (aproximadamente). Estructuralmente se trata de laminas de 7,5 cm de espesor de los que 5, 5 cm es el ladrilllo macizo. La figura 12 muestra el interior de la casa.

En cuanto obra de Antonio Bonet no encontramos ninguna referencia posterior a la utilización alguna de la ceramica armada, pues en cuanto a la casa de la Ricarda, como directa continuación constructiva de la casa Berlinghieri, es significativo que en 1949 Antoni Bonet viaja a España por primera vez, desde que la había dejado en 1936, presentándole Joan Prats a Ricardo Gomis e Inés Bertrand, un matrimonio que quiere construirse una casa de fin de semana en el parage de la laguna de la Ricarda, cerca de Barcelona. Un año más tarde Bonet les manda a los propietarios un anteproyecto de lo que habría de ser su casa, indicándoles que Ricardo Bofill sería el constructor más adecuado para su ejecución. Este primer proyecto es deudor de la arquitectura lecorbuseriana de los años ´30 (fig. 13), pero en 1953 lo cambia completa-

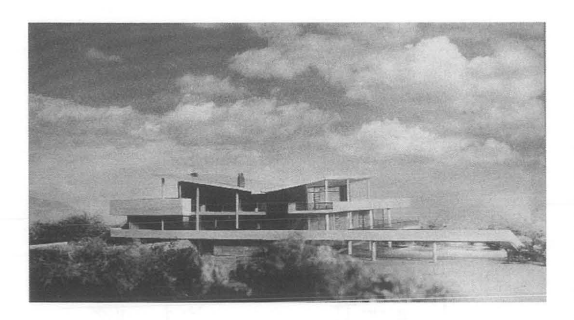


Figura 13

mente (fig. 14), estando el proyecto nuevo más en la línea de lo realizado en los primeros años de su llegada a Buenos Aires, en donde la bóveda es el elemento de definición espacial, siendo en 1957 cuando comienzan las obras, aunque A. Bonet se encuentre en Buenos Aires.[12] Es en 1958 cuando el constructor R. Bofill escribe al arquitecto sugiriéndole «insertar ladrillos huecos entre los nervios de la bóveda de hormigón armado para conseguir aliviar el peso de esta», estando en marzo de 1959 todas las bóvedas acabadas y, dándose por terminada la obra completamente en febrero de 1963.[13]

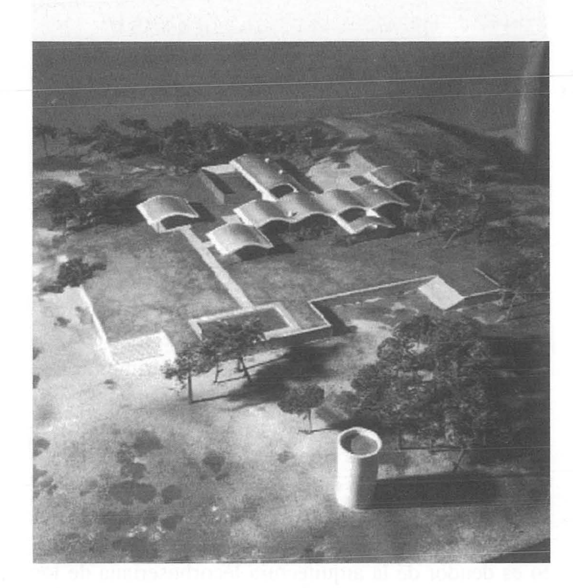


Figura 14

De los planos se desprende que quiere conservar la sección de la casa Berlinghieri: dos láminas separadas por una cámara de aire, la interior de hormigón armado y 10 cm de espesor, y la segunda construida como una solera a la catalana, separada por una cámara de aire ventilada y apoyada sobre tabiques, que a igual que en la casa uruguaya sirve de aislamiento térmico. Como ya se ha indicado, es en la obra cuando se decide introducir el ladrillo en la primera lamina, resultando más una acción puntual y aislada que un hecho proyectual y conceptual. Las bóvedas cubren una luz de 7,30 m con una flecha de 1/5, pero a diferencia de aquella la capa se apoya sobre pilares formados por dos UPN 130 en cajón, coronados por una viga de hormigón armado de sección en U (figs. 15 y 16).

Deberíamos ser críticos actualmente con esa parte de la Historia, que sigue pensando y escribiendo que lo que Bonet realizó en la casa Berlinghieri sea una bóveda a la catalana: «entre 1946 y 1949, Uruguay contó con la intervención de Antonio Bonet, el cual realizó parte de su proyecto urbanístico para Punta Ballena (Maldonado), con obras como . . . la casa

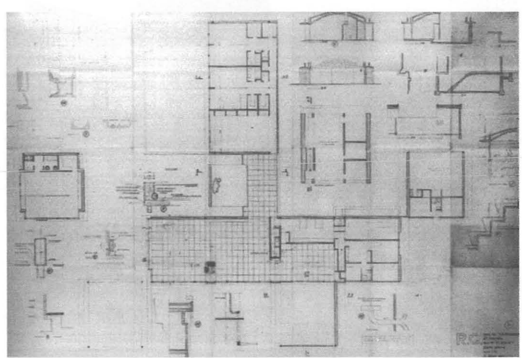


Figura 15

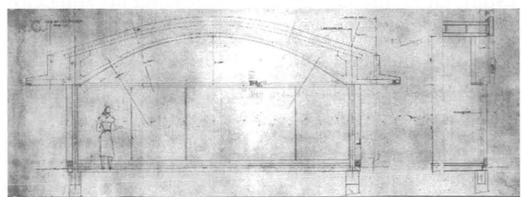


Figura 16

Berlinghieri (1946) que se integra a la topografía de las dunas y utiliza grandes bóvedas a la catalana». (Benévolo 1996)

Y poder acceder a la amplia información tanto arquitectónica como constructiva que la casa nos puede ofrecer a través de las dos figuras que estamos tratando.

Llegado a este punto, y analizando detenidamente el encuentro entre Dieste y Bonet, nos sorprende que cuando Dieste apunta la posibilidad de realizar una bóveda en ladrillo piense en una cara y pesada bóveda de cañón de medio pie de ladrillo de 12 cm de espesor, y no en algo ligero, una lamina continua por ejemplo, más relacionado con cierta linea de la denominada «arquitectura moderna» que él conocia perfectamente, pues Bonet habia trabajado en el estudio de Josep Lluís Sert y Josep Torres Clavé, y posteriormente en el taller de Le Corbusier, llevando a cabo el segundo proyecto que se realiza sobre la casa Jaoul, junto con Roberto Matta,[14] en el año 1937 cuando ambos, surrealistas los dos, coinciden en el estudio, proponiendo como cobertura de la casa una fina lamina de ladrillo ondulante que gravitaba en el aire, y en cuya estetica se apoyará para la realización de su posterior producción. Es más, en el catalogo que recoge la exposición de Antonio Bonet y el río de la Plata, el mismo Bonet nos apunta «fue mi primera obra uruguaya en la que introduje bóvedas a la catalana, totalmente construidas con ladrillos de canto».

Jos Tomlow, en su articulo «La bóveda tabicada y el nacimiento de la cerámica armada», nos describe de esta manera el encuentro: «Bonet propuso a Dieste un diseño preliminar parecido a las casa de Martínez. Bonet estaba muy orgulloso del uso del hormigón armado en ese proyecto. Dieste tenía dudas sobre la forma de la estructura propuesta para el techo, que consistía en un cañón cóncavo con encuentros difíciles con los muros de carga y pilares. Unos ingenieros de Buenos Aires habían calculado esta solución y obtuvieron como resultado una gran cantidad de armaduras. De manera espontánea, Dieste sugirió a Bonet una cubierta corriente de madera con tejas, que resultaba mucho más barata y mucho más racional desde el punto de vista de un ingeniero. Bonet debió de rechazar esta sugerencia de Dieste por considerarla un poco tosca o irónica, o incluso ignorante. Eso tal vez demuestra que por aquella época Dieste carecía de esa noción de poética que un arquitecto inspirado en el arte surrealista necesitaba expresar con urgencia en una obra para poder considerarla propia».

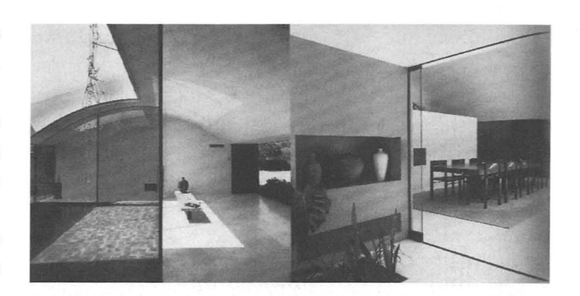






Figura 17a, 17b, 17c

Disentimos sobre la suposición de Tomlow al considerar la actitud de Dieste, como muy «ingenieril», máxime cuando pasado el tiempo se pueden considerar las trayectorias globales de ambas figuras. Debe-

mos indicar que la casa «La Gallarda» (Punta de Este, 1945), el proyecto que Bonet realizó y construyó en Buenos Aires, para Rafael Alberti, justo antes de trasladarse a Uruguay y comenzar todas las obras en Punta Ballena, se trataba «de una obra realizada con medios escasos . . . realizada con teja árabe»,[15] y que la relación de Dieste con el arte en general y con la parte más expresionista de la pintura es reconocida.

Dieste nos indicaba como «el ambiente cultural en mi casa era muy humanístico, tanto que una de las cosas que me llevo a ingeniería fue que lo demás lo iba a tener naturalmente en casa, fue después que me interesó la ingeniería sobre todo los fundamentos, redescubiertos a veces penosa y solitariamente, cuando hubiera sido más sencillo leerlos en un libro».[16]

Decidio ser ingeniero, porque piensa que va a encontrar en esta carrera la síntesis entre ciencia, arte y tecnología, que su espíritu inquieto necesita.

Entendemos que la cerámica armada, cuya primera construcción son las bovedas de la casa Berlinghieri, es una creación personal de Eladio Dieste una invención tipologica, sin precedentes, revolucionaría, que sin él no hubiera sido posible, permitiendo con esta nueva forma de construir, elevar el ladrillo a expresión propia y permitir asomarnos a toda la ingente masa de la sabiduría constructiva tradicional olvidada en aras de una fingida modernidad pero también liberarnos de las formulas tradicionales.

Todo lo indicado no resta valor a ninguna de las dos figuras, Dieste pudo poner por primera vez en practica una serie de temas emergentes, que después desarrollará durante el resto de su vida, como son la economía de material y de medios, la utilización de un material autóctono, la creación de una identidad, con la invención de un nuevo material y de toda una técnica constructiva, pues no se limita solamente a construir bóvedas sino, que lleva esta tecnología a cualquier parte del edificio y Antoni Bonet supo, en ese momento, arriesgarse y utilizarlo, naciendo de esta manera el nuevo material.

Notas

1. Antoni Bonet i Castellana (Barcelona,1913–1989).
2. Antoni Bonet deja Barcelona en mayo de 1936 para dirigirse a París invitado por Josep-Lluís Sert para colaborar en la construcción del Pabellón de la Republica Española para la Exposición de 1937, entrando posteriormente en el taller de Le Corbusier. En el verano de 1938 se embarcó rumbo a Buenos Aires, trasladándose y afincándose en Punta Ballena, Uruguay, desde 1945 a 1948, no regresando a su ciudad natal hasta 1949.
3. Eladio Dieste Saint Martín (Artigas, 1917-Montevideo, 2000).
4. «Se planteó la urbanización en una zona de 1500 hectáreas, con una forma básica triangular. El mar constituye uno de los lados del triángulo; un gran lago, el segundo; y el tercero, la sierra de Punta Ballena. Aproximadamente mil hectáreas están ocupadas por un extraordinario bosque de pinos, eucaliptos y una gran variedad de especies de un gran valor botánico. Este bosque creado en su totalidad por Antonio D. Lussich, fue junto con la playa el factor determinante del proyecto.
   «Yo traté de exaltarlo como unidad, de diversas maneras, sin desvirtuarlo por la parcelación geométrica». (Antonio Bonet, Urbanización Punta Ballena, Uruguay, 1945, Antonio Bonet y el río de la Plata, C.R.C.-Galería de Arquitectura, Barcelona, pp. 63.)
   «Esta urbanización destinada a alojar viviendas para fines de semana y vacaciones aprovechó el espacio cubierto de médanos que quedaba entre la playa y el bosque. La mayoría de estos médanos se hicieron desaparecer, conservándose solamente aquellos que por su especial situación y vecindad con las construcciones pudieran conferirles una cierta expresión y, por otra parte, se creó a lo largo de la playa un parque lineal a partir del cual empiezan las edificaciones. Éstas comprenden, además de los alojamientos particulares, centros comerciales de recreo y relación, además de hoteles y residencias para una población de 1000 personas aproximadamente . . . Desde cada una de las viviendas se accede al mar por senderos que en ningún caso se cruzan con las carreteras para automóviles. Éstas corren siguiendo los accidentes del terreno, según paseos trazados con curvas de gran radio. Es notable el interés que pone Antonio Bonet en aclarar que este paseo no tiene nunca el carácter de paseo marítimo y hacer notar que fue la primera urbanización en la que pudiendo tenerlo, se prescindió adrede de él». (Casa Berlinghieri. Uruguay. Arqto. Antonio Bonet, cuadernos de arquitectura, nº 42, Barcelona, 1960 (4.º trimestre), pp. 18.)
5. Del dialogo con Rodrigo Gutierrez en mayo de 1996 en Granada. Archivo Martín Ramíez.
6. No novedoso en sí mismo, pues hay un caso clásico que Dieste conoce perfectamente y que es la obra de los hangares de dirigibles en Orly (1921–1923, destruido en 1944), del ingeniero Eugène Freyssinet (Objat, Corrèze 1879–Saint-Martin-Vésubie, Maritime Alps 1962).
7. Carta de Mariano Arana a Martín Ramírez, enviada en el 1995 aunque fechada en enero del 1989.

8. La bóveda tabicada se define como una bóveda construida con ladrillos puestos de plano siguiendo una curvatura marcada en el intradós, y en diversas hiladas superpuestas. La precualidad de este genero de construcción reside principalmente en el sistema utilizado para la puesta en obra que prevé un uso reducido, incluso la ausencia de cimbras auxiliares. Además, el sencillo o sencillado, construido con rasillas de dimensiones de 30x15x1,5 cm., no cumple con la única función de encofrado perdido ... se considera como una estructura que colabora eficazmente a la resistencia de la bóveda. Las siguientes capas, cuyo numero puede variar según la necesidad estructural especifica, se pueden realizar bien con las rasillas o bien con los ladrillos macizos tradicionales ... la razón del desarrollo ... se basa principalmente en tres motivos: la simplicidad constructiva, gracias al empleo de obra especializada, la mínima utilización de cimbras resistentes; sus cualidades resistentes, debidas al hecho de que trabaja principalmente a compresión y a su considerable rigidez respecto a las deformaciones producidas por la flexión; y, por ultimo, la economía en el empleo de hierro. Ricardo Gulli, Arte y técnica de la construcción tabicada, 65.
9. Dialogo con Rodrigo Gutiérrez durante su estancia en Granada en mayo de 1996. Archivo Martín Ramírez.
10. Pero ya lo hace con bóvedas autoportantes y de directriz elíptica, construyendo en 1947 las bóvedas de la Tejeduría de algodón MAUSA y en 1948 las bóvedas de la Fabrica de papel IPUSA. «En estas dos obras los timpanos ya se sustituyen por pórticos en el extradós de las bovedas, que dan mayor interes plastico a la estructura y permiten el uso de moldes moviles». Juan Pablo Bonta, Buenos Aires, 1963.
11. Su técnica constructiva la encuentra como el sustituto ideal de las construcciones realizadas en hormigón armado, de hecho cuando publicitan su empresa, resumen en los puntos que a continuación se indican, cuarenta años de trabajo avalados por el más de un millón de metros cuadrados construidos entre Uruguay, Brasil y Argentina: bajo costo real, rapidez de ejecución, muy buen comportamiento en el tiempo con mínima conservación, optima iluminación natural, excelente aislación térmica, absoluta estanqueidad, buen comportamiento higroscópico, buena absorción y aislación acústica, sustentación de cargas adicionales en cualquier punto.
12. En mayo de 1953, Bonet viaja a Barcelona para presentar a los propietarios la versión definitiva, realizándose una maqueta y contratándose a José Comas como vigilante técnico de la obra y arquitecto.
13. Fecha en la que se emite el arquitecto José Comas el certificado final de las obras que visa el Colegio de Arquitectos de Catalunya y Baleares.
14. Ana M. Marín Palma y Antonio Trallero Sanz, 2004. La casa Jaoul. La máquina de hacer sueños arquitectónicos.
15. Antonio Bonet, casa La Gallarda, Punta del Este, Uruguay, 1945, en Antonio Bonet y el río de la Plata, pp. 59.
16. Carta personal de fecha 26 de febrero de 1998.

El uso estructural de arcos realizados con dovelas prefabricadas de mortero de yeso en el Siglo XVI

Rafael Marín Sánchez
Pedro Enrique Collado Espejo

Hace aproximadamente cuatro años dimos comienzo a una serie de trabajos de campo destinados a profundizar en el conocimiento y puesta en valor de las manifestaciones arquitectónicas de corte popular características de la Comarca del Noroeste de la Región de Murcia. Es ahora cuando estas actividades, llevadas a cabo mediante financiaciones puntuales de diversos organismos, empiezan a dar sus primeros frutos, unos resultados que en breve, esperamos puedan cristalizar en la formalización de un proyecto de investigación orientado a la elaboración de un catálogo de patrones de construcción que seguiría la estela de los «Manuali del Recupero» italianos.

La presente comunicación persigue entre sus objetivos dar a conocer uno de los singulares hallazgos acaecidos a lo largo de estos años de estudio con la finalidad, entre otros factores, de reivindicar una mayor atención hacia nuestra arquitectura popular. Hoy por hoy, la indudable falta de sensibilidad que lleva habitualmente aparejada la ignorancia relega al más profundo ostracismo a todos aquellos inmuebles de menor valor monumental, que no patrimonial, aún cuando su pervivencia resulta decisiva para la correcta salvaguarda de nuestra memoria colectiva, para comprender la estrecha vinculación del hombre con el medio que le ha proporcionado desde el terreno para cultivar hasta los materiales con los que construir.

A lo largo de nuestro desarrollo, hemos intentado tener muy presentes los principios generadores de cada uno de los innumerables detalles que determinan ese resultado final que llamamos «edificio» y que no es más que una respuesta concreta a la tensión interna de todo proyecto: el balance entre arquitectura y construcción. Ello nos obliga irremediablemente a llevar a cabo una aproximación contextualizada, solapando cada una de las posibles interpretaciones para evitar enfoques parciales.

Contexto histórico

El siglo XVI trajo consigo a las localidades del área, gobernadas desde el siglo XIII por las Órdenes Militares, una etapa de expansión económica y demográfica, que permitió un importante desarrollo urbano, la colonización de un amplio espacio territorial y el pleno dominio de los recursos de la naturaleza. Fue, además, un periodo de apertura al exterior, de comunicación e intercambio, base fundamental para el florecimiento de la cultura renacentista, especialmente en una zona como ésta, caracterizada por su tradicional aislamiento, dada su singular ubicación dentro del mapa geográfico y político.

Al igual que ocurrió en otros lugares, el considerable incremento de población obligó a solicitar numerosas licencias de obra, ya fuese para la construcción masiva de nuevas iglesias, o cuando menos, para la ampliación y reconstrucción de antiguos centros de culto. Son numerosos los ejemplos en ambas direcciones. En un primer momento se adecuaron antiguas ermitas y se ampliaron las ya existentes, aunque pronto surgió la necesidad de edificaciones de nueva

planta; de hecho, muchos de estos proyectos darían comienzo antes del primer tercio de siglo.

La conversión de los moriscos tuvo también importantes repercusiones en este sentido, no en vano, desde la reconquista, coexistía éste área una de las comunidades mudéjares más importantes de la región. La cristianización de este grupo racial apuntilló definitivamente la demanda urgente de templos, ya que lo importante no era el bautismo, sino su integración y control a través del culto y las ceremonias religiosas cristianas.

Tal vez justificaría también este apremiante déficit de iglesias la importante demanda de espacios para enterramientos generado por el incremento de la población (Gutierrez-Cortines, 1987, 23), una realidad que las autoridades utilizaron como motivo de peso para apoyar estas nuevas construcciones y que los arquitectos tuvieron muy en cuenta al proyectar sus edificios, aspecto éste poco estudiado en el que sería interesante profundizar para entender mejor la elección de los tipos. Para ilustrar este aspecto conviene recordar una cita de Rodrigo Gil de Hontañón quien, pocos años más tarde, al estudiar la variedad de los templos existentes, recomendaba tener presente:

> respecto del pueblo en que se hace. Porque no abrán menester en un pueblo de 100 vecinos un templo de 3 naves ni de 5, sino de una nave y aquella con su brazo de crucero para donde se recoja la gente será bien. Algunos abisados modernos suelen mirar la gente que ay en el tal pueblo y si es de trato que tengan entendido que se aumentaran y conforme a regla de ganancias de 10 a 20 o de 30 por cien suelen dividir la grandeza dando a cada vecino su sepultura de 7 pies de largo y 3 de ancho y más otra tercia parte de los que assi salen supongo que es para un pueblo de 100 vecinos que son ahora y sacase que en 100 años aumentarán 30 son 130 pues cada uno de 7 de largo y 3 de ancho son 3640 quadrados. Abiendole añadido una tercia parte para la disposición y paseos. (Gil de Hontañón, 1560–1570)

Aunque, evidentemente, estas reflexiones no presuponen que el tamaño y el modelo de las parroquias se erigieran en función del número de vecinos, se desprende que, sin duda, fueron factores tenidos en cuenta.

Financiación y elección del tipo

Los datos anteriormente citados muestran la importante actividad constructora que se originó. Eran muchos los inmuebles a edificar o ampliar y ello supuso una grave complicación a la hora de resolver el imprescindible requisito de la financiación. Tanto más si tenemos en cuenta que la Jerarquía Eclesiástica ostentaba un lugar preferente en la estructura social del periodo y que sus edificios actuaban como la imagen física de su preeminencia social y religiosa. Esto obligaba a dotarlos de unas adecuadas dosis de grandiosidad, señorío y monumentalidad como nos recuerda Simón García:

> resulta esencial que el templo sea de la más excelente materia que sea posible, con tanta belleza que más no pueda ser, y todas las partes tan dispuestas que el que entrare en el templo, quede con el ánimo suspenso, alavando a Dios con tanta ermossura. (Simón García, 1681)

El problema radicaba en que todos estos inmuebles debían ser financiados con limosnas de la feligresía, cuya economía no gozaba de buena salud en aquella época, a pesar de los avances experimentados con respecto a etapas anteriores. Este hecho acentuaría, como luego veremos, la estrecha vinculación con el medio que proporcionaba tanto el terreno para cultivar como los materiales con los que construir, supliendo con ingenio las mellas que originaba la falta de recursos.

Evidentemente, tales aspectos, sin duda, condicionaron cada una de las decisiones relativas a la erección de los numerosos templos edificados en este momento. Desde la propia elección de los tipos hasta la designación de los maestros de obras y la contratación de operarios, pasando incluso por la calidad de los materiales, las mezclas y de las soluciones definidas. No obstante, existen importantes matices atendiendo a la categoría de la construcción aunque en todos ellos se hace patente, en mayor o menor medida, el factor económico y el abuso de los materiales autóctonos como el yeso, el esparto, las piedras calizas de pequeño tamaño extraídas de roturación de los campos, etc.

En lo que respecta a los tipos, se observa una relativa variedad de los mismos, al igual que ocurre en el resto de la región, dándose una innegable preferencia por aquellos resueltos en base a criterios de funcionalidad y eficacia. La participación en la conquista de Murcia de las coronas de Castilla y Aragón, dejó su impronta en este ámbito, produciéndose una convivencia de modelos de ambas procedencias.

En general, los edificios de mayor calidad suelen resolverse con arenisca o piedra caliza del lugar siguiendo el modelo de planta de salón hasta principios del S. XVII donde varía esta tendencia hacia otros esquemas de tres naves con distinta altura. Por el contrario, en gran parte de los templos menores, —ermitas y pequeñas iglesias conventuales, hospitalarias o adscritas a alguna cofradía— prevalecen los patrones propios de la arquitectura gótica de la Corona de Aragón, de carácter más popular e impregnada de connotaciones funcionales y vernaculares: muros de tapial, mampostería o ladrillo y arcos transversales con muros piñón sobre los que descansa una techumbre de madera. Es precisamente en varios de estos tipos donde se observan las singularidades constructivas objeto de esta comunicación.

El uso de elementos prefabricados de yeso

Hasta el momento se han localizado tres templos resueltos total o parcialmente con arcos elaborados a base de piezas prefabricados de yeso, todos ellos ubicados en la localidad de Cehegín y construidos de forma casi paralela a lo largo del siglo XVI. A éstos ejemplos singulares hemos de añadir otros menores, de carácter civil, situados en Caravaca de la Cruz; se trata en este caso de las arcadas de sostén de las cambras de algunas viviendas de la actual Calle Puentecilla, el antiguo camino de Murcia que arrancaba del postigo oriental del mismo nombre que servía como acceso secundario a la muralla.

De los tres templos anteriormente citados, la más antigua es la ermita de San Sebastián, ubicada en las afueras de la villa. Hoy en día se encuentra en ruinas al haber sido empleada como polvorín durante la guerra contra los franceses (De la Ossa Giménez 1992, 314). Los restos nos muestran un edificio de nave única que sigue el modelo de las iglesias valencianas de reconquista, formada por cuatro tramadas, testero plano y cubierta a dos aguas sobre arcos fajones rematados con piñones de escasa altura. Los muros estaban resueltos con un tapial muy rico en yeso y, para resolver las arcadas, cuyos restos aún perduran por las inmediaciones, se utilizaron dovelas prefabricadas de mortero de yeso de 40 × 40 cm. de sección, equivalentes a dos pies castellanos.

En la iglesia Parroquial de la Magdalena, el segundo ejemplo estudiado, las soluciones prefabricadas se reducen únicamente a las dovelas de los arcos diagonales, braguetones y terceletes. Este dato, ya mencionado por un documento de la época, que señala[i] «la yglesia de la dicha villa es de tres naves, *fechas de bóvedas de yeso . . . e sus arcos labrados*», ha podido ser corroborado en fechas recientes, aprovechando los trabajos de restauración que se llevaban a cabo en el edificio. Como anticipaba el citado escrito, los fajones y formeros, sin embargo, son de sillería caliza, al igual que gran parte de los paramentos. Las suspuestas plementerías, en realidad, son cúpulas baídas de las que cuelgan los nervios de yeso, con función meramente ornamental como confirma su reducido canto, hecho que ha originado descuelgues en numerosos puntos.



Figura 1
Sta. Mª Magdalena (Cehegín). Dovela prefabricada de yeso.

Aunque en un principio sorprende, a la vista de la relativa entidad del edificio, la presencia de una solución de estas características, el análisis de los avatares que rodearon su construcción nos aporta enseguida una justificación, por otro lado, totalmente previsible.

La iglesia, comenzada en 1534, no había sido todavía concluida en el año 1596, quedando aún pen-

dientes las bóvedas y la techumbre. Al parecer el Concejo no mostró en ningún momento el más mínimo interés hacia la obra, que sufrió numerosas interrupciones produciendo la sensación de que se hubiera levantado sin entusiasmo, tan solo como solución necesaria a una demanda religiosa y social. El templo, atribuido a Quijano, luce unas correctas proporciones, sin embargo, desde el punto de vista formal y estilístico es un edificio residual, compuesto por elementos de diversa procedencia mal combinados, con llamativas licencias estilísticas que insinúan un evidente aire popular y una total despreocupación por parte de autor del proyecto.

El programa sufrió, durante el desarrollo de los trabajos, una modificación de su alzado, resuelta torpemente, que afectó a las bóvedas. Se desconoce el nombre del encargado de cerrar dichas bóvedas, aunque todo apunta a que fueron obra de albañiles locales habida cuenta del descenso cualitativo de los materiales utilizados. Es cierto que la solución empleada restó solera al edificio por la menor calidad de estos materiales y la escasa ortodoxia de los dibujos de las secciones, si bien, es necesario indicar que, la habilidad y el conocimiento del oficio por parte de los operarios, logró que resultase inapreciable el regateo una vez enjabelgado el edificio.

El tercer ejemplo que vamos a analizar es, sin lugar a dudas, el más interesante de todos, por la variedad e interés cualitativo de sus elementos prefabricados. Se trata de la ermita de la Concepción, una de las más tempranas obras de carácter popular adscritas al renacimiento, ligada desde sus orígenes a un hospital dedicado al socorro de los enfermos y de los miserables hoy desaparecido. Fue comenzada en 1538, e inaugurada el 9 de enero de 1556 llevándose a cabo, por tanto, en el escaso margen de 20 años, sin interrupciones, según traza probable de Martín de Homa o Pedro de Homa, lo que denota el potencial económico de la Cofradía propietaria.

Aunque resuelto con tapia, yeso y madera, el templo difiere considerablemente de las ermitas o parroquias más modestas edificadas en la época. Dentro

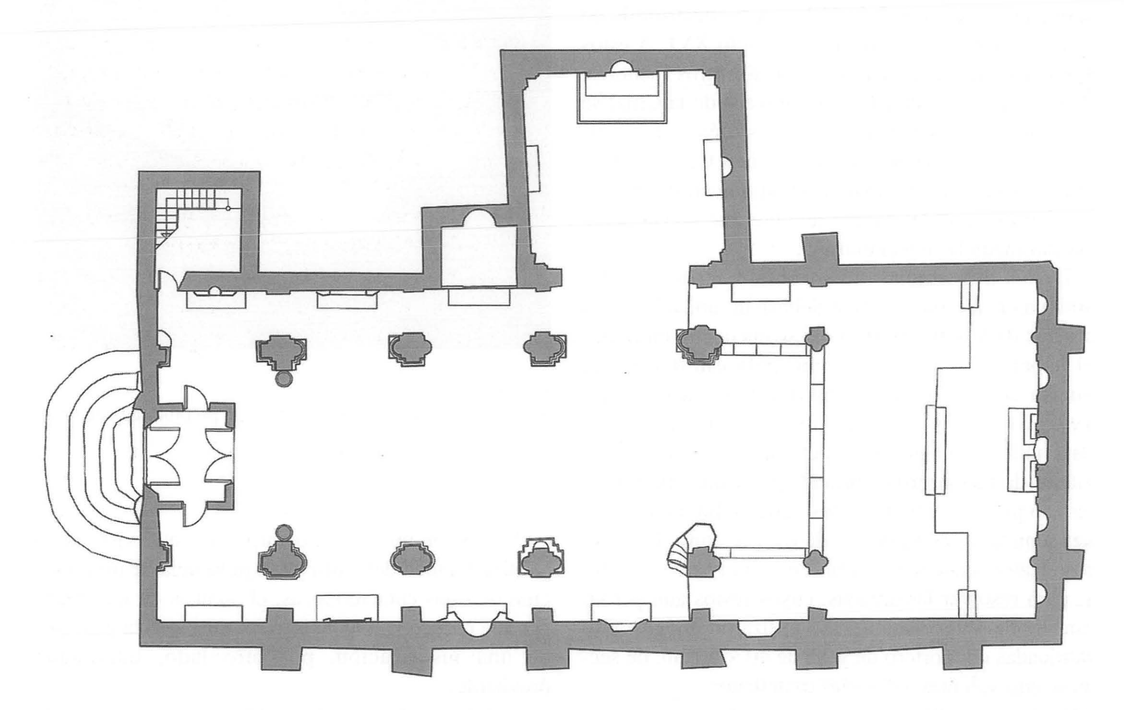


Figura 2
Ermita de la Concepción (Cehegín). Esquema en planta. Estado actual.

de la categoría que le confieren los materiales utilizados es un edificio «con diseño», con personalidad propia y una indudable pretensión de monumentalidad.



Figura 3
Ermita de la Concepción (Cehegín). Vista desde el ábside.

Desde el punto de vista espacial, el edificio pretende emular el modelo renacentista de tipo columnario o de planta de salón, generalmente elaborado con piedra de sillería, aunque en su resolución práctica, se encuentra mucho más próximo a los esquemas tipológicos a base de arcos diafragma y capillas entre contrafuertes de procedencia aragonesa. Asimismo quedan patentes las influencias mudéjares, entremezcladas con algunos conceptos de raíz andaluza, fusionados a su vez con detalles del repertorio renacentista.

La iglesia se compone de tres naves, divididas en cinco tramos de desigual longitud, apreciándose una considerable diferencia de amplitud entre el vano central y los contiguos. De este modo, las colaterales, incómodamente interrumpidas por la presencia parcial de los contrafuertes, se convierten prácticamente en pasillos de angosto tránsito, asumiendo la nave central todo el protagonismo desde el punto de vista espacial.

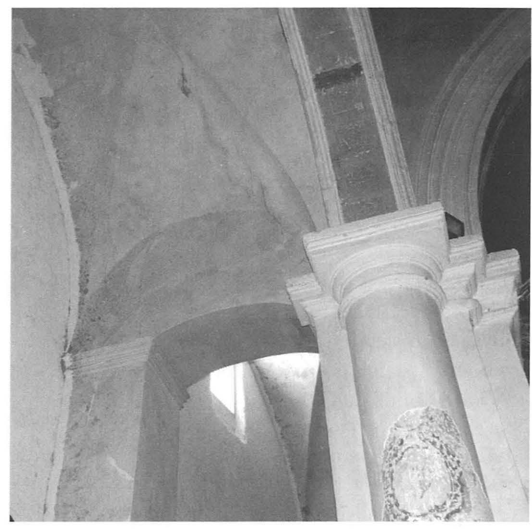


Figura 4
Ermita de la Concepción (Cehegín). Nave lateral, conexión contrafuerte-pilar.

El tramo central se cubre con una techumbre de madera a dos aguas de factura mudéjar que descansa sobre muros piñón elevados una altura nada despreciable sobre los fajones de medio punto construidos con dovelas prefabricadas. Las naves laterales, que se abren a la central mediante arcadas a menor altura, se cubren con bóvedas de cañón con lunetos dispuestas transversalmente al eje principal. Por último, la cabecera forma una unidad autónoma, se asciende a ella a través de unas gradas, y está cubierta con una armadura en ochavo con lazos y mocárabes, enriquecida con policromía y dorado.

ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

En este capítulo, por su relevancia, centraremos casi exclusivamente nuestro análisis en el último ejemplo descrito. Se trata, como ya hemos apuntado, de una construcción muy ambiciosa en su programa, aunque resuelta con unos medios económicos bastante limitados para su envergadura, si bien muy superiores a los de otros edificios de su rango.

A pesar de no conocerse los nombres de sus autores materiales ni disponer de los planos originales, el

análisis de las fábricas denota que en esta obra debieron de convivir, casi con toda seguridad, canteros y alarifes trabajando de manera más o menos coordinada hecho que, por otra parte, era relativamente habitual cuando el programa arquitectónico y la inversión económica lo permitían.

El proyecto exigía conocimientos en la traza de arcos y una considerable habilidad en la talla de piezas singulares. Aunque la especialización de los oficios no excluía ciertas coincidencias en los conocimientos y competencias de unos y de otros, estos aspectos continuaban siendo capacidad exclusiva de los canteros como nos demuestra el informe de Juan Inglés en 1577 al Cabildo de Cartagena:

> la grande y larga experiencia ciencia y abilidad que he tenydo y tengo en la dicha arte de la cantería, en la qual e sido y soy maestro tracista que es lo principal que en la dicha canteria y sus obras se requiere que tenga los maestros de canteria porque es su base y fundamento de la perfección yngenio y *delicadeza de las dichas obras cuya traça si falta en el maestro no puede haber seguridad ni perfección en sus obras* y lo mas notables hombres despaña que han sido maestros de obras de canteria su primera y principal abilidad ha sido el ser tracistas y a esto an sido alabados . . . sin que se aya tenido en quenta ny se deva tener que sean ymaginarios ny pintores *porque la ymagineria y pintura es cosa distinta de la arquitectura y traça de obras de cantería porque lo otro es ornato y adherencia de las dichas obras* y cosa particular de por sy. (Rosenthal 1969, 190)

Dicha hipótesis queda aún más afianzada con la siguiente cita extraída de las ordenanzas de Murcia de 1592. Éstas precisaban que, para acceder a la categoría de maestro en el oficio de la albañilería, era preciso saber elaborar:

> un arco de ladrillo descubierto bien hecho, y un portal de ladrillo descubierto, bien labrado y una escalera de dos vueltas bien hecha, y bien repartida, y descubiertas las ruedas que aparezcan de ladrillo, y un pilar de ladrillo cuadrado de diez palmos de alto que esté exempto. (Pascual Martínez, 1977)

Como se puede comprobar, en ningún momento hacen referencia a la habilidad para trazar, esto es, de proyectar, hecho que llevaba implícita la capacidad de dimensionar los elementos estructurales, habida cuenta de la concepción geométrica del dimensionado en aquel periodo y del total desconocimiento del concepto de tensión, enunciado más tarde por Galileo en el s. XVII.

De acuerdo con tales premisas, el edificio debió ser concebido por un tracista que estableció las líneas maestras de partida teniendo, quizás, muy presentes las limitaciones del particular sistema constructivo. Posteriormente, la materialización práctica del mismo, quedaría en manos de alarifes que llevarían a cabo la mayor parte del trabajo, aunque contando a, nuestro modo de ver, con seguimientos puntuales por parte de éste u otro tracista. De un modo u otro, con toda seguridad, fue necesaria la intervención de tallistas locales para la confección de algunos elementos ornamentales, e incluso de los moldes como más tarde analizaremos, unas veces en solitario y otras de manera coordinada con los albañiles.

El análisis de la sección transversal del templo aporta algunos otros argumentos que reafirmarían esta hipótesis, comenzando por las propias trazas y finalizando por la concreción dimensional y constructiva cada elemento arquitectónico.

Dejando a un lado las interpretaciones de índole estilística que pudieran deducirse, resulta interesante efectuar ciertas observaciones de carácter técnico. En primer lugar llama la atención la reducida dimensión de las naves laterales, cuya relación con la central es de 3:1 frente al más habitual 2:1 del periodo. Aunque, con los datos disponibles, no podemos descartar una modificación parcial del proyecto durante el desarrollo de las obras, parece más bien un intento de evitar un castigo excesivo a los pórticos centrales de pilares, habida cuenta de la fragilidad constructiva que evidencian sus soportes dada su escasa resistencia y preocupante deformabilidad. Quizás, la disposición de las bóvedas de cañón laterales, orientadas transversalmente al eje principal —como en la antigua Basílica Romana de Majencio y en ciertos modelos románicos de la Marca Hispánica— podría perseguir el mismo objetivo. Con esta ventajosa orientación, las bóvedas descansan directamente sobre el contrafuerte anulándose recíprocamente sus empujes.

También llama fuertemente la atención la elevada altura de los muros piñón sobre los fajones de la nave central, un singular rastro de arcaicismo superado varios siglos atrás. Ya durante el periodo gótico se habían ido ajustando al máximo los arcos a la techumbre, favoreciendo la continuidad espacial y evitando los molestos claroscuros. Dado que no parece

probable que se hiciese por motivos de tipo compositivo, la única justificación que encontramos a esta opción es el posible intento de favorecer la estabilidad del arco de dovelas de yeso mediante el incremento de carga vertical, una costumbre que era práctica habitual en la época.

En lo tocante a los soportes, éstos muestran un aspecto muy poco usual en este tipo de estructura, con unas proporciones un tanto rústicas. Fueron resueltos *a la manera románica*, es decir, adosando pilastras y columnas de orden toscano a un machón cuadrado central, conformando así un pilar compuesto. Sus dimensiones rondan los 1,50 m. de ancho y se estima que, las cargas soportadas por cada uno de ellos, oscilan entre 15 y 20 toneladas, aproximadamente. Teniendo cuenta que, fueron ejecutados con mampuestos cogidos con yeso, su aspecto formal podría quedar más que justificado.

En la dirección de los fajones se acoplan las pilastras, mientras que, bajo los formeros se disponen semicolumnas de orden toscano, de traza muy sencilla y sin éntasis, a excepción de los que entroncan con el presbiterio, que muestran estrías con un desarrollo helicoidal y capiteles jónicos y corintios. La presencia de estos elementos mejora la inercia del conjunto en las direcciones de mayor riesgo frente a los momentos de vuelco; quizás su aspecto excesivamente achaparrado persigue también el mismo objetivo. La baja resistencia a compresión del material y su mal comportamiento en presencia de humedad tienden a agravar irremediablemente cualquier pequeño movimiento. Éste puede generar graves perjuicios en caso de producirse concentraciones de tensiones en los extremos de la sección, como de hecho ha ocurrido en tres de los cuatro pórticos del edificio.



Figura 6
Ermita de la Concepción (Cehegín). Detalle capitel prefabricado de una pilastra.



Figura 5
Ermita de la Concepción (Cehegín). Detalle capitel prefabricado de orden jónico.

En lo que respecta a sus acabados, la extremada simplicidad de la traza de semicolumnas y pilastras podría ser interpretada en clave formal, aunque es más razonable pensar que en su definición debió influir poderosamente la dificultad de ejecución. El fuste liso y sin éntasis es indiscutiblemente obra de albañilería; su sencillo aspecto permitía el uso de la terraja, al igual que las basas y capiteles toscanos, también realizados in situ. Otros detalles más complejos, como las estrías helicoidales de los pilares del ábside, seguramente fueron elaboradas de forma conjunta, según dejan entrever algunos de los desprendi-

mientos y pérdidas de sección actualmente existentes. Los alarifes proporcionarían los sólidos capaces, realizados a base de pelladas de pasta de yeso vivo moldeadas inicialmente con la terraja y luego los tallistas procedían a su terninación in situ. Los capiteles corintios de pilastras y semiclumnas son, por el contrario, placas prefabricadas y adheridas posteriormente al soporte.



Figura 7
Ermita de la Concepción (Cehegín). Desprendimiento parcial de un capitel.

Pero, sin lugar a dudas, lo más significativo es el empleo de dovelas de mortero de yeso para la fabricación de los arcos y de grandes placas prefabricadas para la confección de las bóvedas de las naves laterales.

Hoy por hoy no poseemos datos suficientes, más allá de nuestras propias intuiciones y de las certezas puntuales que nos ofrece la realidad de la construcción, para establecer el posible origen de esta solución. No hemos encontrado en la zona ningún rastro de muestras similares, si bien, tenemos constancia de alguna referencia histórica que guarda cierta relación con la citada solución. Graciani (1998) cita varias investigaciones recientes, llevadas a cabo por Klemm, Davidovits y Morris, que demuestran el uso de piedra artificial en la construcción de ciertas pirámides, entre ellas la de Gizeh, con el fin de abaratar su elevado coste. Según la misma autora, el propio Heródoto, al emplear la palabra griega *mechane* en sus Historias se estaría refiriendo a los moldes utilizados por los egipcios para producir piedra artificial.

Por su parte, Almagro y Arce (1998) describen dos tipos distintos de elementos prefabricados de yeso utilizados durante la construcción del Alcázar Omeya de Amman. Se trata, en primer lugar, de unas placas cuadradas de 80 cms. de lado y 4 ó 5 cms. de espesor que se usaban a modo de capitel sobre unas columnas cilíndricas para facilitar la transición de la sección circular de la propia columna a la sección cuadrada de las impostas de los arcos. El segundo tipo son unas piezas planas de directriz curva utilizadas para definir la curvatura del arco y quedar como elementos perdidos que constituían las aristas del acabado interior del arco.

Por último, hemos encontrado una tercera referencia más cercana en el tiempo y en el espacio, aunque más alejada en cuanto a similitud. Está relacionada con la construcción de una portada monumental de ladrillo en Las Cabezas de San Juan (Sevilla), que cita Fernández Naranjo (1998). En esta obra, el ladrillo se labra a punta de buril para obtener la forma deseada y luego se patina. Aunque un tanto burdo, este método persigue un objetivo similar: imitar las soluciones «nobles» de piedra con los recursos al alcance.

En todo caso, no cabe duda que desde siempre la necesidad se ha erigido en el motor de nuestra evolución, actuando como espoleta y combustible de nuestro ingenio. Durante muchos siglos, la tradición, entendida como transmisión de esa experiencia constructiva acumulada a base de combinar éxitos y fracasos, ha representado todo el patrimonio técnico que, seleccionado y enriquecido por las experiencias concretas, nos ha permitido afrontar los problemas más complejos de la edificación.

Lógicamente, en el caso studiado no debió de ser muy distinto. La simbiosis de culturas musulmana y cristiana; los contactos de residentes con repobladores y militares de las más diversas procedencias; la abundancia ciertos recursos naturales como el yeso y la madera; tal vez, la ausencia, falta de calidad, la dificultad de extracción de otros o, simplemente la falta de recursos económicos, unidos a una voluntad irrefrenable de ennoblecer dignificar la imagen de

sus edificios, adaptando los planteamientos canónicos a las posibilidades que ofrecían los recursos del área hicieron el resto.

En lo que se refiere a la fiabilidad o viabilidad técnica de la solución ideada, a los ojos de los constructores del periodo, tampoco esto debió suponer ningún titubeo. No cabe duda de que en el pasado, la construcción de una estructura arqueada puso en juego más conocimientos empíricos que científicos, recetas imprecisas basadas en una prudente experimentación, no demostrables en ningún caso, como acertadamente anticipaba ya Gil de Hontañón (1560–1570) en sus escritos.

Son abundantes los documentos de la época que hacen referencia a la «dureza» del material pétreo a la hora de juzgar su aptitud para determinados usos, confundiendo así este concepto con el de resistencia. Por ello no es difícil entender su rápida aceptación, tanto más si tenemos en cuenta que, habitualmente se empleaban piedras francas (de dureza media) para la talla de arcos de luces similares, e incluso mayores, que hubiesen de contener detalles ornamentales. Si a esto añadimos que los yesos tradicionales, elaborados en hornos morunos o romanos, solían presentar una resistencia a compresión bastante mayor que los actuales debido al escaso control sobre la cocción y por la naturaleza de las impurezas que contenían, a los ojos de aquellos, el reemplazo de un material por otro gozaba de total garantía.

Desde la perspectiva de nuestros conocimientos actuales, la solución también es justificable, aunque se hace necesario efectuar algunos matices que, en la práctica pueden originar graves problemas por el coeficiente de elasticidad del material, su higroscopicidad y su menor resistencia a compresión.

Como sabemos, en el diseño de una estructura deben tenerse en cuenta tres criterios fundamentales: resistencia, rigidez y estabilidad, si bien, cuando se trata de estructuras de fábrica, la principal restricción es la estabilidad quedando relegadas las otras dos a un lugar muy secundario. Las tensiones de trabajo suelen ser habitualmente muy bajas —Heymann (1995) afirma que en Beauvais esos oscilan entre el 1/10 y el 1/1000 de la tensión admisible— y su deformaciones despreciables. Por este motivo puede construirse, un arco de una luz aceptable con un material como el yeso, cuya resistencia a compresión es relativamente baja en comparación con la de una arenisca caliza de dureza media, siempre y cuando se mantengan constantes unas determinadas condiciones geométricas (relación canto/luz) que, en la práctica, nos deberían garantizar la ausencia de tracciones en el material.

En un elemento de este tipo los problemas se manifiestan cuando se producen movimientos de cierta consideración que, a su vez, generan agrietamientos, es decir, discontinuidades y, por tanto, concentraciones de tensiones. En las estructuras de ladrillo o pétreas, el material ve ligeramente incrementada su tensión de trabajo en ciertas áreas, pero puede asumir este sobreesfuerzo. Sin embargo, una pieza de mortero de yeso, puede ver rebasada su tensión admisible; esto obligará a una excesiva readaptación plástica de la sección que puede provocar una «holgura» excesiva y desembocar en el colapso estructural. A esto hay que añadir los perjudiciales efectos que puede tener la humedad por la propia higroscopicidad del material y un módulo de elasticidad que favorecerá los asientos de la fábrica, pudiendo originar una respuesta del edificio similar a la anteriormente descrita.

Proceso de elaboración de las piezas

La elaboración de las piezas no debió de suponer grandes dificultades. Posiblemente se comenzaría trazando la montea para, seguidamente, elaborar las correspondientes plantillas como si de un arco pétreo se tratase. Una vez hecho esto se procedería a modelar una primera dovela de yeso de la que extraer moldes ¿de escayola? con los que proceder a elaborar el resto de las piezas.

Se ha sopesado la posibilidad de que fuesen empleados moldes de otros materiales como la madera o la arcilla, sin embargo, la ausencia de huellas características en las piezas nos han llevado, en principio, a desechar esta hipótesis. Tampoco tenemos constancia del producto empleado como desencofrante. Las piezas no muestran rastros a simple vista; quizás un análisis químico más profundo ofrecería datos interesantes.

A lo largo del proceso de construcción, debieron intervenir varias collas de operarios, de diversa calidad, hecho que ha quedado patente en la propia calidad de las piezas que conforman los distintos arcos. Sin duda el más interesante de todos por su belleza, es el que actúa como arco de triunfo. En la imagen



Figura 8
Ermita de la Concepción (Cehegín). Detalle de un arco fajón.



Figura 9
Ermita de la Concepción (Cehegín). Bóveda a base de placas de yeso.

que muestra este detalle se pueden distinguir claramente las juntas de los sillares prefabricados de yeso que conforman el muro de cierre superior.

El estudio de los restos de dovelas de la antigua ermita de San Sebastián y las de la Magdalena muestran cómo, en el interior de las piezas, se introducían grandes mampuestos de piedra, posiblemente con la finalidad de reducir el espesor de la masa de mortero, evitando los habituales problemas de fraguado de su núcleo interno. También se observa la talla de profundos zurcos o surcos en las caras de contacto con las dovelas contiguas. Su misión era, sin duda, la de proporcionar una mayor superficie de agarre a las piezas, con el menor espesor posible de junta. En cualquier caso, el carácter expansivo del yeso durante el fraguado favorecía el tensado de las piezas del arco.

Ya para finalizar, debemos dedicar unas breves líneas a las bóvedas de cañón de las naves laterales. Fueron resueltas mediante placas prefabricadas de yeso de, aproximadamente, cuarenta centímetros de ancho por todo el largo del elemento. Para mejorar su estabilidad se encuentran reforzadas en su trasdós por un entramado de cañizos que pretenden solidarizar el conjunto de las placas. La bóveda, cuyo intradós está decorado con unos sencillos dentados, arranca de unos modillones también prefabricados que, aparentemente, sostienen la cornisa.

Notas

1. A.H.N. Órdenes Militares, Archivo Judicial de Toledo. 1072 C., f.243 y 1080 f.812. El documento fue citado con anterioridad por Gutiérrez-Cortines.

Lista de Referencias

Almagro Gorbea, A. e I. S. Arce García. 1996. El Alcázar omeya de Amman, crisol de técnicas constructivas, 25–28. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Castro Villalba, Antonio. 1994. *Historia de la Construcción Arquitectónica*. Barcelona: Edicions UPC.

De la Ossa Giménez, Elena. 1992–1993. Una escultura de S. Sebastián del S.XVI en Cehegín. *Revista Imafronte*, 8 y 9: 313–317. Universidad de Murcia.

Fernández Naranjo, Juan Antonio. 1998. Restauración de una portada de ladrillo cortado o de junto. Las Cabezas de San Juan (Sevilla). En *Actas del Segundo Congreso*

Nacional de Historia de la Construcción, 152–154. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

García, Simón. 1681–1683. *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos.* Edición preparada por J. Camón Aznar, 110.Universidad de Salamanca, 1941.

Gil de Hontañón, Rodrigo. 1560–1570. En el manuscrito de Simón García, *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos*. Edición preparada por J. Camón Aznar, 25–26. Universidad de Salamanca, 1941.

Graciani García, Amparo. 1998. Aportaciones de Heródoto de Halicarnaso al conocimiento de la construcción en la Antigüedad.En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 463. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gutierrez-Cortines Corral, Cristina. 1987. *Renacimiento y Arquitectura Religiosa en la Antigua Diócesis de Cartagena.* Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Heymann, Jacques. 1995. *Teoría, historia y restauración de las estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Rosenthal, E. 1962. *The Cathedral of Granada.* New Jersey: Princeton University Press.

Pascual Martínez, Lope. 1977. Sobre Ordenanzas de los Gremios de Murcia en el siglo XV. *Murcia,* primer trimestre.

El Aljibe de la Alhambra de Granada: historia de la construcción

Juan Manuel Martín García

> En el Alhambra de Granada tiene vuestra majestad un aljibe el mejor que se conoce en el mundo así en su edificio y capacidad como en hacer y conservar el agua tan fría que sirve por nieve y muy limpia y clara; el cual mandaron hacer los señores Reyes Católicos, de gloriosa memoria, luego que ganaron aquel Reino, así para regalo como para prevención de que sí en algún tiempo de necesidad o cerco faltase el agua, que entra en el Alhambra por una acequia tomada en el nacimiento del río Darro que viene por mas de legua y media guiada por el cerro que llaman de Santa Elena, hubiese en el dicho aljibe agua bastante para mucho tiempo y mucha gente que puede encerrarse en la dicha Alhambra.[1]

Con estas palabras comienza la consulta hecha al rey Felipe III en 1605 en relación con la decisión de Fernando de Contreras, Teniente de alcaide de la Alhambra, de vender el agua del aljibe a los aguadores de Granada para que éstos, a su vez, la vendiesen en la ciudad con el consiguiente perjuicio para los vecinos, soldados y demás habitantes de la fortaleza nazarí que se veían, de este modo, limitados y obstaculizados en su derecho, común y sin interés, de abastecerse del líquido elemento que allí se acumulaba. En dicha protesta se avisaba, además, de los inconvenientes que la situación estaba creando. Por un lado, en relación con el propio aljibe, pues «es tanta el agua que se saca porque en todo el día hasta la media noche no dejan de sacar que se apura de manera que es menester llenarlos muchas veces con lo cual pierde el agua la frialdad, limpieza y asiento que hubiera si se llenara una sola vez cada año por el mes de enero según se hacía de antes»;[2] por otro lado, «también es en desautoridad y daño de la fortaleza y casas reales de vuestra majestad, porque entran aguadores extranjeros y desconocidos, gente que pueden ser espías de enemigos y con esta ocasión reconocer el sitio y fortaleza y en muchas que se han ofrecido se les ha oído decir que a su costa y sudor se labra y repara la casa real y murallas del dicho Alhambra».[3]

No cabe duda, por lo que traducen los fragmentos recogidos en el párrafo anterior pertenecientes a un documento conservado en el Archivo de la Alhambra de Granada, que este aljibe era uno de los más importantes, sino el que más, de cuántos existían en la ciudad tanto de época musulmana, los más numerosos y singulares, como de cronología posterior.

El Aljibe como sistema tradicional de aprovisionamiento de agua

La palabra aljibe, en árabe *al-yubb*, es sinónimo de cisterna o depósito, generalmente subterráneo, para el aprovisionamiento, almacenamiento y suministro del agua que se obtenía, o bien a partir de conductos que la traían desde fuentes o manantiales más o menos lejanos, o bien como resultado de la recogida de las aguas derivadas de las lluvias estacionales.

En muchos casos, sobre todo en aquellas regiones con importantes carencias de este elemento, ya fuese

por su situación geográfica o por sus condiciones climáticas, estos aljibes o cisternas recogían el agua procedente de estas dos vías de suministro asegurándose, de esta manera, las reservas para épocas de carestía o situaciones de peligro.

Así se confirma en el transcurso de la historia antigua y medieval de la Península Ibérica donde el problema del agua, en todas sus dimensiones, se resuelve a través de una serie de respuestas bastante afines que permiten hablar de una larga tradición hidráulica, continuada, en buena medida, con el inicio de los tiempos modernos y aún todavía en la época contemporánea.

Los aljibes, en este sentido, constituyen una de las expresiones más acabadas de una cultura, como la mediterránea, en la que el agua y su aprovechamiento representa todo un reto. No extraña, por tanto, que la ubicación, construcción y mantenimiento y conservación de estos aljibes se considerase un asunto prioritario del que en buena parte dependía la estabilidad y supervivencia de una parte de cualquier territorio. Como ha afirmado Basilio Pavón Maldonado, autor de un Tratado de Arquitectura Hispanomusulmana, «las contiendas entre musulmanes y cristianos en al-Andalus tenían como primordial misión privar al sitiado del agua cuando ésta caía fuera de la jurisdicción de la fortaleza; bien elocuente en este sentido son las andanzas de los ejércitos cristianos en su lucha contra los musulmanes en la época almorávide, dedicándose, una vez que ganaron numerosas haciendas, a rapiñar las agudas . . . como paso previo a la toma de las fortalezas».[4]

Aunque sin olvidar nunca la fuerte presencia de la tradición de la ingeniería hidráulica romana en buena parte de la arquitectura del agua desarrollada en el mundo islámico, hay que reconocer que son los musulmanes los que en sus aspectos constructivos, técnicos y funcionales aportan un mayor número de novedades correspondiendo a ellos la sistematización de un tipo de estructuras de amplia difusión sobre todo en el ámbito hispánico como demuestra, por un lado, la larga nómina de aljibes hispanomusulmanes que todavía se conservan y, por otro lado, su peso específico en la construcción de aljibes en épocas posteriores siguiendo los programas hidráulicos tradicionales de la ingeniería hispanomusulmana. Este último sería el caso del aljibe cuyo estudio abordamos en esta comunicación gracias a la provisión de fuentes documentales y literarias que todavía se conservan en relación con él. Por ellas conocemos algunos datos de su constructor, del promotor de la obra y de sus posteriores vicisitudes históricas en relación, fundamentalmente, con su mantenimiento y con los diversos procesos, ya en nuestro tiempo, de recuperación como parte de las obras de estabilización, estudio y conservación del conjunto arquitectónico, urbanístico y monumental que representa la Alhambra de Granada. Todo ello permite presentarlo como el resultado de un notable legado histórico y arquitectónico de la vida y la cultura granadinas de la Edad Moderna.

Volviendo, de nuevo, a sus aspectos constructivos y también tipológicos, lo más interesante de estos aljibes de época musulmana y aún del periodo postnazarí o cristiano, como el que nosotros vamos a estudiar, sería la preferencia por estructuras de cierta complejidad arquitectónica en las que se evidencia una completa adaptación a la función hidráulica para las que fueron concebidas. Una complejidad que se resuelve, en planta, a través de aljibes de nave única y, sobre todo, de varias naves cuya disposición determina, por lo general, un particular sistema de cubriciones. Este sistema permite el establecimiento de una amplia clasificación tipológica de los aljibes aunque con un predominio de las bóvedas de medio cañón y de aristas que apoyan sobre pilares, arquerías o directamente sobre los muros que forman la cisterna.

El ladrillo será en ellos el principal material constructivo tanto para los muros como para las bóvedas y solerías, resultando, por el contrario, bastante escaso el empleo de la piedra u otro componente. Se completa su fisonomía con la instalación de brocales o bocas de entrada, situadas generalmente en superficie, para permitir el abastecimiento de agua empleando para ello cubos u otros ingenios hidráulicos parecidos. Prácticamente nada se puede decir en relación con una posible labor decorativa al entenderse que prevalece en ellos la funcionalidad y el utilitarismo y no tanto los detalles ornamentales que en la mayoría de los casos son totalmente inexistentes. Ni siquiera la costumbre de revestir los muros y a veces también las bóvedas de estuco de color rojizo responde a esta intención pues forma parte de las medidas que proporcionan al aljibe una mayor estanqueidad evitando, en lo posible, las fugas y pérdidas de agua por las grietas y fisuras que se producen en las uniones de los ladrillos que conforman su estructura.

La Cisterna de la Plaza de los Aljibes de la Alhambra de Granada

En la Alhambra de Granada, entre el recinto militar de la Alcazaba y los Palacios Nazaríes y el del Emperador Carlos V se encuentra una de las primeras obras de arquitectura e ingeniería hidráulica de la nueva época que se inaugura en esta ciudad después de la reconquista por los Reyes Católicos del que había sido último bastión de la presencia musulmana en la Península Ibérica (fig. 1).

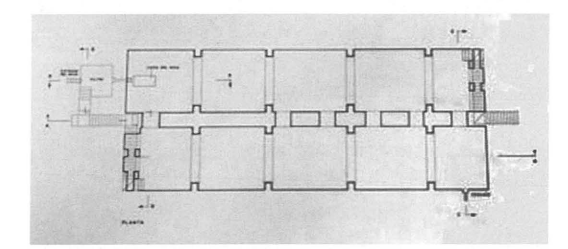


Figura 1
Planta del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife (Plano de Abelardo Alfonso Gallardo)

Esta obra, considerada por sus dimensiones y características, la más impresionante de todas las que hay en la propia Alhambra y en otros lugares de España fue construida para asegurar el suministro de agua no sólo en el recinto palatino sino también en la ciudad que se extiende a sus pies. Son muchos los datos que conocemos en relación con su construcción y su posterior evolución histórica gracias a la documentación que, en diversos formatos, ha llegado hasta nosotros. Nos proponemos, por tanto, una reconstrucción integral del mismo como testimonio, además, de uno de los elementos que mas caracterizan el paisaje urbano granadino, como ya han puesto de manifiesto otros autores en algunos de sus trabajos.[5]

Análisis y estudio tipológico

El aljibe (fig. 2), cuyo estudio presentamos a continuación, es una estructura de planta rectangular de 34 metros de longitud por 6 metros de ancho y aproximadamente 8 metros de altitud formado por dos naves cuya comunicación se realiza por medio de seis puertas de arcos semicirculares (fig. 3).

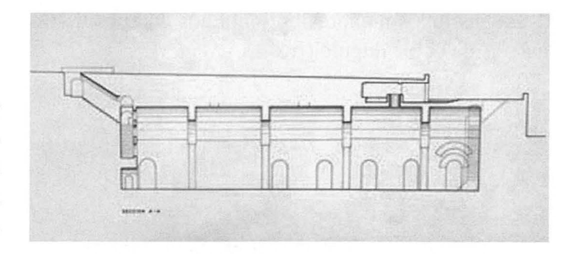


Figura 2
Sección del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife (Plano de Abelardo Alfonso Gallardo)

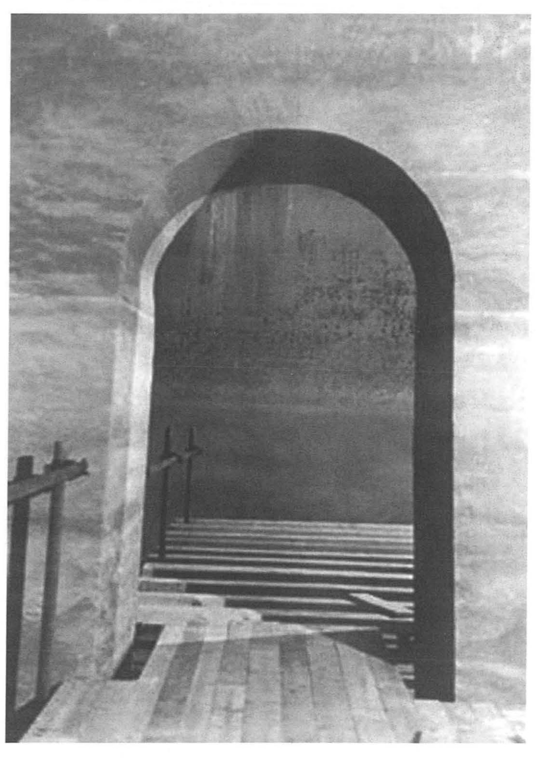


Figura 3
Arco de comunicación entre las dos naves del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife

En sus lados menores presenta dos cuerpos de escaleras de doble ángulo (fig. 4).

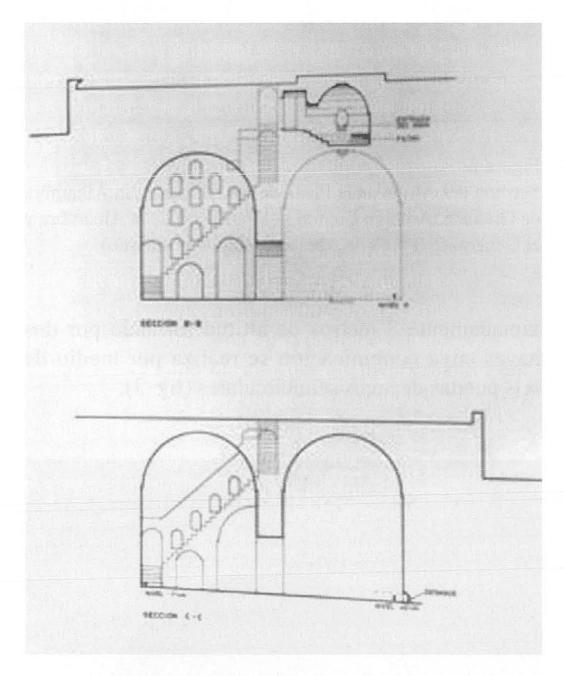


Figura 4
Sección de los dos cuerpos de escaleras del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife (Plano de Abelardo Alfonso Gallardo)

En uno de ellos, considerado como el de entrada, se localiza un pequeño receptáculo cubierto con una bóveda esquifada destinado a recoger el agua que desde allí pasa directamente al interior del aljibe (fig. 5). En el extremo opuesto se halla otra escalera totalmente inutilizada cuyas paredes están abiertas por medio de pequeños arquillos de medio punto para facilitar la comunicación del agua (fig. 6). La cubierta se realiza con bóvedas de cañón reforzadas por arcos fajones que apoyan sobre pilares dispuestos en los muros perimetrales y en el muro de separación de sus dos naves. En las claves de estas bóvedas había, antiguamente, lumbreras de forma circular que ahora se encuentran tapadas. La obra, de construcción bastante sólida, está realizada toda ella en ladrillo cuyo «revestimiento de paredes y bóvedas era de estuco rojizo advirtiéndose en los encuentros de paredes y solería los consabidos bocelillos algo aplanados. Siguiendo un hábito local de la ciudad la solería debió ser de losetas de barro trabajadas en zigzag».[6]

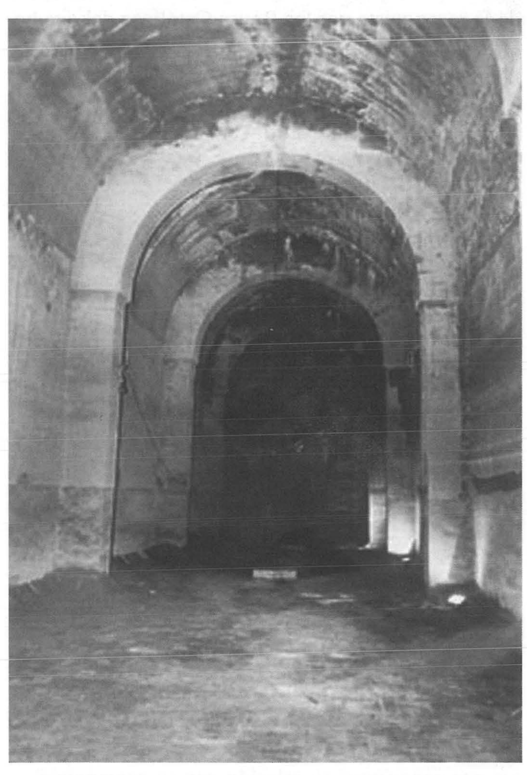


Figura 5
Interior del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife (Foto: Javier Algarra, 1988)

Al exterior sólo es visible la boca de entrada ya que las alteraciones y modificaciones que ha sufrido esta zona prácticamente desde el siglo XVI hasta comienzos del XX ha transformado por completo su imagen original.

El aljibe tiene una capacidad máxima de acumulación de unos 1.632 metros cúbicos de agua convirtiéndose, como decíamos, en uno de los más grandes

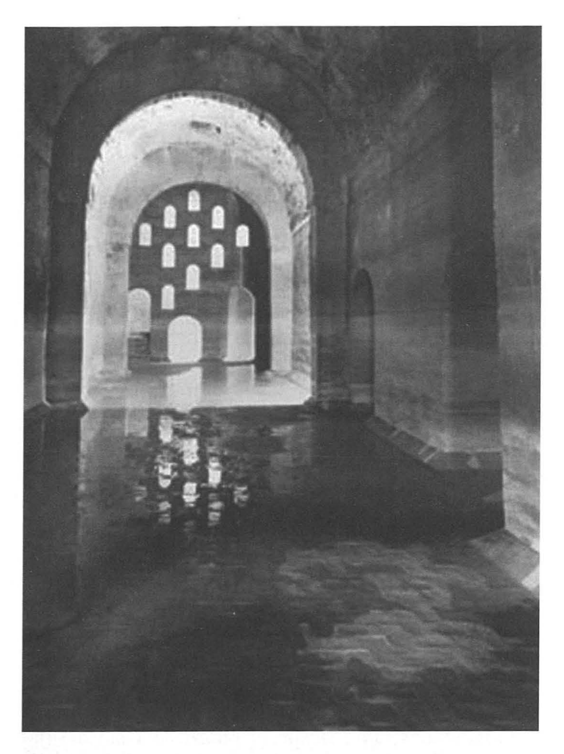


Figura 6
Interior del Aljibe de la Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife (Foto: Javier Algarra, 1988)

de toda España lo que explica de forma clara la intención y objetivos que determinaron su construcción, es decir, disponer de un gran depósito que no sólo fuera capaz de asegurar el suministro de la propia Alhambra sino de una buena parte de la ciudad. Basta señalar que el aljibe más grande de la Granada islámica, el Aljibe del Rey aunque también conocido con los nombres de Aljibe Viejo o Aljibe Grande de la Alcazaba tiene una capacidad algo superior a los 300 metros cúbicos, resultando éste de la Alhambra cinco veces mayor que aquél, único del que por sus dimensiones se podía sacar agua para vender. Estamos, pues, ante una obra de carácter monumental que traduce, además, la nueva situación y sobre todo los renovados conceptos y mentalidad que llegan a Granada después de la Reconquista cristiana.

En cuanto a la fecha de su construcción pensamos que debió hacerse casi inmediatamente después de haber entrado las tropas cristianas en la ciudad de la Alhambra. Y decimos esto a partir de la referencia que encontramos en el relato del *Viaje por España y Portugal* escrito por el médico y viajero alemán Jerónimo Münzer que en 1494, con motivo de una epidemia de peste en la ciudad de Nüremberg, emprende, acompañado de tres jóvenes hijos de ricos mercaderes alemanes, un largo itinerario que los trae hasta el Reino de Granada a donde llegan a mediados del mes de octubre de ese año. Entre las causas de este viaje el propio autor afirma que el emperador Maximiliano de Austria «lo había enviado para comprobar la transformación de España operada por los Reyes Católicos, pues de un reino en discordia y ruina habían llegado a crear otro en prosperidad y paz».[7] De cualquier manera constituye, sobre todo en relación con su presencia en el recién reconquistado baluarte del Islam, un documento de decisiva importancia al ser uno de los primeros testimonios acerca del difícil proceso de incorporación de la ciudad y sus habitantes al nuevo orden de cosas que se había establecido.

Estando, pues, en Granada, una de sus visitas obligadas consistió en la subida a la Alhambra, seguramente atraído por lo que de nuevo ofrecía aquél conjunto en relación con lo que estaba acostumbrado a ver. Fueron recibidos por el conde de Tendilla, a quien más tarde volveremos a citar por ser el promotor de este aljibe, que en persona se encargó de mostrarles la fortaleza y sus principales estancias, llevándole a afirmar lo siguiente:

> Hay en los palacios tanta belleza, con las cañerías de agua con tanto arte dirigidas por todos los sitios, que no se da nada más admirable. A través de un altísimo monte, el agua corriente es conducida por un canal y se distribuye por toda la fortaleza. Asimismo, el conde, noble caballero, al salir del alcázar, nos condujo a un aljibe, nuevo y cuadrado, tan grande como la Iglesia de San Sebaldo, que hizo construir en este mismo año, con gasto de diez mil ducados. Obra tan estupenda, que no se da más.[8]

Por tanto, según se desprende de lo anterior, habría que pensar en 1494 como la fecha de construcción de esta gran cisterna que a ojos del viajero alemán ya resultaba una obra extraordinaria por su tamaño y factura.

En cuanto a su funcionamiento y mantenimiento, la documentación existente al respecto nos dice que una vez al año, casi siempre durante el mes de enero,

se procedía a vaciarlo para limpiarlo en profundidad de cara a eliminar todas las impurezas, suciedades y verdín acumulado quedando listo de nuevo para empezar a recibir agua de la Acequia del Rey. Había, además, «una persona encargada de su cuidado y mantenimiento, teniendo preparados cubos, cuerdas y garruchas para sacar el agua, y que recibía una pequeña cantidad por cada carga de agua que sacaba».[9] No obstante, en diversos momentos de su historia se buscó un mayor rendimiento económico del agua que en su interior se acumulaba dando lugar a quejas y consultas de las que existe abundante documentación.

El promotor de la obra: Iñigo López de Mendoza, el conde de Tendilla

El proceso de integración y afirmación del poder real sobre la ciudad musulmana que en 1492 había sido incorporada a los dominios de la corona castellana se llevó a cabo a través de una serie de actuaciones concretas que afectan a su estructura urbana. Entre esas actuaciones hay un espacio que no sólo escapó de la destrucción sino que además fue objeto de un gran respeto llevando a él las primeras medidas de una propuesta de tutela y protección de una gran herencia del pasado islámico de Granada. Nos referimos, indudablemente, al conjunto de la Alhambra, hacia el que los Reyes Católicos demostraron «un ferviente deseo de conservar . . . como testimonio de su victoria, como símbolo de cierta continuidad a ojos de los vencidos y por motivos de mera utilidad y seguridad. En este primer momento la Alhambra se convierte en un microcosmos autosuficiente y de alto valor simbólico, creando conjuntamente la sede de la Corte, la Capitanía General, la primera Catedral, el convento de franciscanos y un hospital, entre otras instituciones».[10] Así se entienden algunas de las obras que se llevan a cabo en el recinto nazarí durante los primeros años después de la conquista. Actuaciones que tienen, por un lado, un alto componente ideológico en tanto que sirven para señalar el cambio de poder y, por otro lado, medidas destinadas a conservar y acondicionar un espacio de vital importancia.

Uno, posiblemente el que más, de los gestores de estas intervenciones en el monumento alhambrino en tiempos de los Reyes Católicos fue Iñigo López de Mendoza,[11] el segundo conde de Tendilla, a quién los monarcas habían dejado al frente como alcaide de la Alhambra y Capitán General del Reino de Granada. Este noble, de origen alcarreño, aparece de este modo en el inicio de la historia de la Alhambra cristiana, tan importante como su anterior pasado islámico, y fundamental como nuevo paisaje representativo y visual de la monarquía hispánica desde el momento mismo en que todo el recinto quedó incorporado a la corona y mucho más a partir de 1526 con la decisión de Carlos V de levantar allí un gran palacio, considerado por muchos como una de las obras más notables del Renacimiento fuera de Italia.

En su correspondencia, y aún más en la de los propios monarcas, se señala la necesidad de reparar diversos tramos de la muralla que rodea el conjunto así como dependencias interiores del monumento para evitar el peligro de ruina que amenazaba a gran parte de él y hacerlo totalmente habitable. Debieron ser unos años de intensa actividad pues en ese tiempo, instalado el conde de Tendilla en uno de los palacios árabes que había convertido en su residencia, dirigió las obras de reforzamiento de puertas y murallas, la construcción de baluartes y torres y otras intervenciones de parecida envergadura. Todas ellas pueden ser analizadas tanto desde el punto de vista de una serie de medidas aplicadas con urgencia y con fines eminentemente utilitaristas y funcionales, como desde aquella otra dimensión simbólica que se apropia ahora de este espacio. Estabilización, admiración o instrumento de control y expresión de un nuevo orden de cosas, lo cierto es que la Alhambra acabaría constituyendo desde estos mismos momentos un símbolo de dos civilizaciones, la islámica y la cristiana unidas aquí, paradójicamente, como consecuencia de un acontecimiento, el del día dos de enero de 1492, que en lo demás supuso una frontera de separación y distanciamiento cada vez más irreconciliable.

En este panorama que acabamos de describir es donde hay que situar la construcción del aljibe de la Alhambra. En su intención, nos referimos al conde de Tendilla, y así lo demuestra su propia capacidad, estaría la de crear un gran depósito de agua como parte de las medidas de actuación en la fortaleza nazarí, concebida ahora con una dimensión que va más allá de la consideración que había tenido hasta entonces como ciudad palatina. La Alhambra, con jurisdicción propia a cuyo frente estaba el noble por mandato de los Reyes Católicos, se va a convertir en un espacio esencial

de la Granada cristiana de ahí que resultara conveniente fortalecer su estructura y asegurar su defensa. En unos años de difícil convivencia entre vencedores y vencidos y con el temor constante de un ataque de los turcos por el Mediterráneo o una posible sublevación de los moriscos que se habían quedado en el Reino de Granada después de las Capitulaciones, la preocupación por parte de las nuevas autoridades se fijó en la puesta en marcha de un completo y racional programa de recuperación y activación de los sistemas defensivos heredados de la Granada islámica. En dicho programa, y conscientes los cristianos del valor del agua, se entiende que una de las primeras medidas fuese asegurar las reservas y disponibilidad de este elemento, considerado esencial ante un eventual sitio o ataque por parte de los que todavía se veían como enemigos. Las obras, por tanto, de fortificación y acondicionamiento de este alcázar y de otros recintos del Reino de Granada debieron empezar muy pronto. Y entre ellas la construcción de aljibes o la reparación de los ya existentes cobraría una especial trascendencia. Precisamente, en la correspondencia de Iñigo López de Mendoza encontramos numerosas referencias que dejan constancia del valor otorgado a estas manifestaciones de la ingeniería hidráulica de tradición hispanomusulmana. No de otra manera ha de entenderse el contenido de una carta suya fechada en noviembre de 1505, dirigida al alcaide de Lanjarón, en la que le dice:

> Yo he sabido que el aljibe desa fortaleza se a ydo y porque es cosa muy necesaria adobarse, segund en el lugar que está la fortaleza, yo os pido de graçia, que lo hagays adobar syn espera a que vaya obrero a verlo ni a pagarlo, que su alteza mandará que se os pague todo lo que en ello gastardes. Nuestro Señor vuestra persona guarde.[12]

Similares connotaciones tienen las cartas que desde julio de 1504 hasta finales de ese mismo año envía al alcaide de la localidad costera de Castell de Ferro (Granada) en relación con la construcción de un aljibe en su fortaleza como medida preventiva a raíz algunos altercados con la población árabe de la zona. Para ello, además de supervisar personalmente todo el proceso, enviaría, desde Granada, materiales, herramientas y hasta algunos maestros aljiberos que él tenía trabajando en la Alhambra.[13] Uno de estos maestros sería, como ya veremos, el constructor del aljibe que procedemos a estudiar.

A iniciativa suya, por tanto, se debe la construcción del aljibe o cisterna más importante de la fortaleza y aún de toda la ciudad, ya que fue el conde de Tendilla, a quien los monarcas habían dejado al frente de la recién creada jurisdicción de la Alhambra, el que mandó hacer esta obra construida en un barranco, ahora inexistente, entre la alcazaba y el resto del recinto. Su realización, como venimos diciendo, respondía a fines eminentemente defensivos pues, con él, «la guarnición cristiana de la fortaleza de la colina roja quedaba en condiciones favorables para sufrir un asedio, en caso de corte de la acequia Real, que la cruza y provee de agua corriente».[14] Como testimonio documental de su directa participación no sólo tenemos la constancia hecha por Jerónimo Münzer que al visitarlo en octubre de 1494 señala ser obra del conde a quien había costado diez mil ducados; también se declara su participación en el contenido de una losa o placa conmemorativa que en la actualidad está colocada al salir de la Puerta de la Justicia en dirección al interior del recinto alhambrino. Allí fue colocada en 1599 procedente, al parecer, de uno de los muros del aljibe de donde sería quitada con motivo de las obras de relleno que acabarían enterrando la estructura arquitectónica de ingeniería hidráulica. Se trata de una lápida de mármol blanco en la que se puede leer, en letras embutidas de plomo, lo siguiente:

> LOS CATHOLICOS Y MUY PODOEROSOS SEÑORES DON FERNANDO Y DOÑA ISABEL REY Y REYNA NUESTROS SEÑORES, CONQUISTARON POR GUERRA DE ARMAS ESTE REYNO Y CIUDAD DE GRANADA LA QUAL DESPUÉS DE HAVER TENIDO SUS ALTEZAS EN PERSONA SITIADA MUCHO TIEMPO EL REY MORO MULEY HACEN LES ENTREGÓ CON SU ALHAMBRA Y OTRAS FUERÇAS A DOS DIAS DE ENERO DE MILL Y CCCCXCII AÑOS. ESTE MISMO DIA SUS ALTEÇAS PUSIERON EN ELLA POR SU ALCAYDE Y CAPITAN A DON IÑIGO LOPEZ DE MENDOÇA, CONDE DE TENDILLA, SU VASALLO AL QUAL PARTIENDO SUS ALTEÇAS DE AQUÍ DEXARON EN LA DICHA ALHAMBRA CON QUINIENTOS CAVALLEROS E MIL PEONES, E A LOS MOROS MANDARON SUS ALTEÇAS QUEDAR EN SUS CASAS EN LA CIUDAD Y SUS ALCARIAS COMO PRIMERO ESTAVAN. ESTE DICHO CONDE POR MANDAMIENTO DE SUS ALTEÇAS HIZO HAZER ESTE ALGIBE.

El constructor: Francisco el Valençí

No resulta nada común, sobre todo en obras de este tipo en las que prevalece por encima de todo el carácter eminentemente funcional y nada propagandístico, que trasciendan los datos de los autores de estos aljibes. En nuestro caso tampoco existe un documento o una certificación absolutamente cierta que permita dar el nombre del maestro a quien el conde de Tendilla encargó la realización de esta obra. Sin embargo, sí podemos hacer algunas conjeturas que, con un posible margen de error, nos llevan a identificar al constructor de este gran depósito de agua cuyo origen estaba en la preocupación por parte de los primeros gobernantes de la Granada cristiana de asegurar el suministro de agua en cualquier tipo de condiciones fueran o no favorables. Esas conjeturas se apoyan en la existencia de una serie de cartas y documentos en los que aparece el nombre de un maestro aljibero vinculado a Iñigo López de Mendoza que, por el número de encargos recibidos de manos del propio conde así como por la consideración que obtiene en el círculo de obreros que trabajarían en las dependencias del monumento nazarí, bien podía haber sido el que en los primeros meses de 1494 acomete la construcción del gran aljibe de la Alhambra. Su nombre es Francisco Hernández, aunque en la documentación casi siempre aparece como Francisco el Valençí, de donde se deduce su posible origen levantino e incluso su condición de morisco por lo que debía estar muy familiarizado con la construcción de este tipo de obras tan características en la historia de la arquitectura y la ingeniería hispanomusulmana que tanta importancia prestó al agua y su aprovechamiento.

Las noticias que poseemos, totalmente documentadas, en relación con él y sus trabajos como alarife y aljibero abarcan desde 1504 a 1513. En todo ese tiempo aparece vinculado al conde de Tendilla y otros miembros de la aristocracia granadina de comienzos de la Edad Moderna. Así, las primeras referencias, ya citadas con anterioridad, lo sitúan trabajando a finales de 1504 en Castell de Ferro con motivo de la construcción allí de un aljibe para la fortaleza de esta localidad. El castillo ha sido objeto de un estudio analítico y documental[15] que permite conocer las características tipológicas de esta obra e incluso ponerla en relación con el aljibe de la Alhambra ya que entre los dos existen bastantes coincidencias, lo que vendría, por cierto, a apoyar la autoría del Valençí en la obra de la Alhambra.[16]

A finales de esa primera década del siglo XVI, concretamente el 7 de febrero de 1509 firma un contrato de obra junto con el albañil Juan de Rojas por el que los dos se comprometen a hacer ciertas obras en un baño[17] cerca de la que fue Casa de la Moneda,[18] entre las que se incluían solar con ladrillos nazaríes de tres dedos la sala de en medio.[19] Ese mismo año haría también, aunque según parece muy a pesar suya, el aljibe que hay debajo del patio del Castillo-palacio de la Calahorra (Granada). La fama de tirano y mal pagador que se había ganado Rodrigo de Vivar y Mendoza, marqués del Cenete y señor de aquel castillo, cuyo interior es uno de los primeros palacios del Renacimiento en España, se traduce en los recelos de los maestros y artistas que el conde de Tendilla envió allí para trabajar en sus obras tal y como demuestran algunas de las cartas que se cruzan entre ambos personajes:

> Illustre señor . . . Enbio al Valençí que va con mucho reçelo de aca, que yo le he amenazado y tenido preso, y dalla, que unos ofiçiales que an venido dicen que vuestra merced anda sobrellos con un garrote y que otro trae un paje. Y que les mandais, señor, un dia labrar en su destajo y otros quatro a jornal, y que les deven mucho de lo que no les an dado recabdo para labrar. Asi questo, señor, estorba que Miguell Sánchez no ha ido y porque quiere que le envíen primero el asiento que con el se hizo, a lo menos el traslado de manera que haga fe, el qual dize questá en poder de Lorenço Vazquez. Y que, pareciendo aquel, con una carta que vuestra merced me escriba a mi, que sera bien tratado, ira. El Valençí dize él que un capellan de vuestra merced le dio licencia hasta el lunes primero, yo, señor, hagole ir luego porque no me muestra questo sea verdad . . .[20]

En 1511, según consta en uno de los protocolos del Archivo del Ilustre Colegio Notarial de Granada, firma con Juan de Rojas un contrato para realizar ciertas obras de albañilería en las casas del comendador Diego Pérez[21] y en 1513 se compromete a hacer un aljibe para Iñigo López de Mendoza en Valhermoso de Tajuña, pueblo perteneciente a su señorío de Tendilla (Guadalajara). Es con motivo de este encargo cuando se produce un incidente entre el promotor y el maestro aljibero, pues como afirma el propio conde en una carta suya dirigida a Alonso Venegas al que pide que obligara al Valençí a salir de Vélez Má-

laga, adonde parece que se había marchado, y regresar a Granada, le dice:

Muy virtuoso señor primo. Francisco el Valençí, albañir, maestro de hazer algibes vecino desa çibdad, esta obligado de me acabar un algibe que tengo començado por su mano en mi villa de Valhermoso y he sabido que es ido a esa tierra agora que viene el tiempo de illo a buscar. Y porque desavezidarse de Granada y irse allá no es buena señal y yo tengo necesidad de le enviar luego a acabar el dicho algibe, pidos de merced que luego me lo enbieis aquí con persona que lo traya a mucho recabado de la gente y traición y venga con él sobreaviso, porque no le burle en el camino . . . Lo peor es que hablo conmigo y me pidio licencia y no ge la quise dar y fuese teniendo dineros adelantados reçebidos. Y por esto sospecho que va con mal pensamiento.[22]

No obstante, el propio conde reconocía sus cualidades en este oficio al afirmar en una ocasión estar «tan atado a este que pienso que no ay otro en el mundo que sepa de aquello nada».[23] Tal es así que en 1513 aparece incluido junto con otros carpinteros y albañiles para que quedara exento del pago del servicio o impuesto de la farda al que estaban obligados los árabes y judíos en los reinos cristianos.[24] Tal exención se justifica por su condición de maestro de la Casa Real de la Alhambra a la que pudo haber estado vinculado desde el mismo momento, si es que definitivamente fue él su constructor, que hizo para el alcaide de aquella fortaleza y Capital General de aquel Reino el aljibe que con el paso del tiempo ha dado nombre a una gran plaza situada entre la Alcazaba y el Palacio de Carlos V de Granada.

Todavía, en 1517, según Manuel Gómez-Moreno (1925) haría el Valençí el aljibe del castillo que Pedro Fajardo mandó construir en su villa de Vélez Blanco (Almería) aunque de esto ya no tenemos información, entre otras cosas por haber fallecido el conde de Tendilla un par de años antes.

El Aljibe de la Alhambra: historia de la construcción

La Plaza de los Aljibes, en su estado actual [se refiere el autor de la cita a mediados de la década de los cincuenta del pasado siglo XX], es el resultado de una serie de episodios catastróficos, imposiciones de técnica castrense, caprichos y abandonos, que convirtieron su solar en un gran vertedero en el que, siglo tras siglo, se acumularon sin medida toda clase de escombros y despojos. Para contenerlos fue preciso elevar una y otra vez el adarve de la muralla, como si levantaran la presa de un pantano. Así se formó la Plaza de los Aljibes. Cuando los escritores y viajeros románticos visitaron la Alhambra, esa plaza estaba convertida en una polvorienta explanada, con casitas pintorescas y enormes y abigarrados toldos, a cuyo amparo se cobijaban, bajo su sombra, juegos, aguaduchos y tiendecillas, con ese aire que debió de tener la Alhambra de comienzos del siglo XIX, mitad campamento de soldados, mitad barrio de gitanos.[25]

Este es, pues, el lugar bajo el cual se encuentra la gran cisterna construida en 1494 con la intención de garantizar el suministro de agua a los cada vez más numerosos habitantes de la Alhambra de Granada. El paraje, como acabamos de señalar, ha sido objeto de una profunda y radical transformación a lo largo de los siglos, unas veces como consecuencia del abandono y despreocupación por la zona y otras como resultado de medidas de pretendida restauración. Lo cierto es que, en ambos casos, dichas actuaciones han tenido un efecto más o menos notable sobre la edificación hidráulica más grande de toda Granada y una de las más interesantes de España.

Con anterioridad, en la época en la que Granada era símbolo de la presencia musulmana en la Península Ibérica, este espacio era una gran barranquera abierta que quedaba limitada por la Alcazaba, la entrada a la zona palatina y dos lienzos de muralla construidos en época de Yusuf I formando, de este modo, una especie de plaza en declive que hacía todavía más noble el acceso a la residencia de los reyes granadinos.

Será en los primeros años después de la conquista de la ciudad y sobre todo con motivo de la construcción del Palacio de Carlos V cuando las alteraciones aquí se hacen más radicales y visibles. Uno de los cambios más significativos, precisamente, sería la construcción del propio aljibe, a la que siguieron otras medidas que iban a culminar con el primer intento por explanar el espacio existente entre el recinto militar y el palaciego quedando bajo él, a finales del siglo XVI, el propio aljibe y otras edificaciones que habían ido rellenándose con escombros y materiales procedentes de las obras que se estaban llevando a cabo en el gran palacio renacentista. Esta práctica de vaciado de derribos, piedras y otros materiales no dejó de continuarse prácticamente hasta comienzos del siglo XX de tal manera que como afirma Ber-

múdez Pareja «la Puerta del Vino [situada muy cerca de donde se encuentra el aljibe], que durante toda la Edad Media dominaba gallardamente el conjunto desde la altura, comenzó a quedar hundida y con ella las demás construcciones perdieron también su gracia y majestad. El zócalo del banco de la fachada del Palacio de Carlos V, por ejemplo, quedó enterrado...».[26]

No extraña, por tanto, que desde el siglo XVIII y sobre todo en el siglo XIX esta zona, sometida a continuas explanaciones llegara a constituir una especie de gran plaza, nada acondicionada por cierto, en la que con frecuencia se reunían los habitantes y moradores de la Alhambra a la llamada de los tenderetes y mercados que en ella se instalaba o con motivo de las ferias y fiestas, como las que había cuando se conmemoraba la Toma de Granada en los primeros días del mes de enero y en la celebración de otras festividades esencialmente religiosas. Consta, pues, que debió ser el escenario más idóneo para actividades como el juego de la Pelota[27] (fig. 7) y sobre todo para las corridas de toros, mucho más atractivas y más del gusto de los que vivían en la Alhambra y fuera de ella.[28]

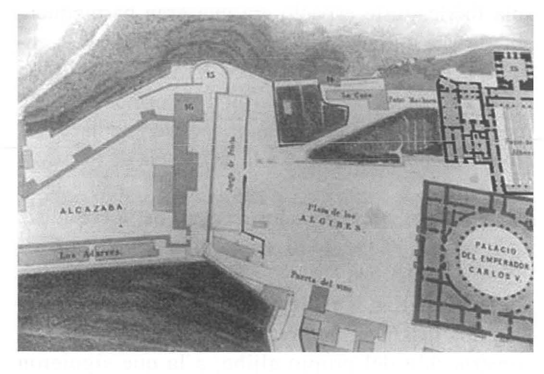


Figura 7
Plaza de los Aljibes en la Alhambra de Granada. Plano del Archivo Central del Patronato de la Alhambra y el Generalife

Entretanto, el aljibe que estaría en activo sería objeto de una atención más o menos cuidada para asegurar su correcto funcionamiento. Así lo confirman los numerosos autos y oficios sobre arreglos y mantenimiento del mismo que existen en el Archivo de la Alhambra, como el que se refiere a las obras hechas en él en 1838 cuando al limpiarlo «se había notado desprendida una parte de la nave que los divide, con motivo del transcurso del tiempo y flotación de las aguas lo que le ha apremiado a su recomposición para que no falte agua en esta fortaleza cuya obra ascenderá a poco más de mil reales...».[29] De mayor envergadura habían sido, ocho años antes, las obras, reconocimiento y excavación que condujeron al descubrimiento de la segunda escalera del aljibe, aquella que, como señalábamos al describir sus aspectos técnicos y tipológicos, venía estando inutilizada prácticamente desde el principio de su historia constructiva. El auto que se siguió de dicho reconocimiento concluyó con la declaración de José de Salas, Antonio Agustín y Salvador Redondo, peritos de albañilería y fontanería del Real Patrimonio, que dijeron:

> haber visto y reconocido la escalera de los aljibes que está sin uso y encuentran que está tapada con sillares de piedra en seco y tierra planada su superficie, pero toda ella está en buen estado hasta el plan de los mismos aljibes en la propia forma que la otra escalera, y concretándose a informar sobre los particulares que se les procurase deben manifestar que no se causa perjuicio a los aljibes en que estén abiertas sendas escaleras, pues en ello se les daría un desahogo a los gases que allí se congelan con las luces y aliento del concurso que entra en ello cuando se enseñan al público y se evitaría lo que algunos años ha sucedido de meterse algunas personas malintencionadas en la escalera oculta a ensuciarse en perjuicio del aseo y limpieza del agua que entra después en dichos aljibes . . .[30]

Volviendo de nuevo al entorno que rodea, o mejor dicho envuelve, el aljibe de la Alhambra, será ya en los comienzos del siglo XX cuando se ponen en marcha las primeras medidas de adecentamiento y dignificación de ese espacio que con el paso del tiempo había sido objeto de abandono y acumulación de escombros. Algunas de esas medidas no hicieron nada por evitar la situación, más bien disimularla y en aras de una sobre valoración del efecto paisajista toda la zona se llenó de jardines y árboles que poco o ningún sentido tienen en el marco arquitectónico y monumental donde se instalaron. Más tarde aparecerán los responsables de un definitivo cambio de imagen y de una regeneración del entorno. Fueron ellos el arqui-

tecto Modesto Cendoya, al que corresponde la recuperación de lo que conocemos como Jardines o Patio de Machuca, el también arquitecto Leopoldo Torres Balbás, que en los años que estuvo al frente de las obras de conservación y restauración de la Alhambra también dedicó algunos esfuerzos a la zona de la Plaza de los Aljibes, Francisco Prieto Moreno o Jesús Bermúdez Pareja, que será, finalmente, a mediados de los años cincuenta, el que proceda a la excavación de toda la zona contribuyendo, con los demás, como ha afirmado Antonio Gallego y Burín en su *Guía de Granada* a salvar «a la Alhambra de la ruina, conservando este monumento con la dignidad debida a su significación artística e histórica».[31]

Notas

1. A.A. Leg. L-238–4. *Aljibes de la Alhambra. Petición para que no se venda el agua de los aljibes a aguadores.*
2. A.A. Leg. L-238–4. *Aljibes de la Alhambra. Petición para que no se venda el agua de los aljibes a aguadores.*
3. A.A. Leg. L-238–4. *Aljibes de la Alhambra. Petición para que no se venda el agua de los aljibes a aguadores.*
4. Pavón Maldonado 1990, I: 15
5. Henríquez de Jorquera [1934] 1987; Gómez-Moreno [1892] 1994; Gallego y Burín [1946] 1991; Rodrigo (1983); Orihuela Uzal y Vílchez Vílchez 1991; Pavón Maldonado 1990
6. Pavón Maldonado 1990, I: 50
7. Camacho Evangelista 1987, 12
8. Camacho Evangelista 1987, 39
9. Viñes Millet 1982, 155
10. Gómez-Moreno Calera 2003, 47
11. Martín García 2003
12. zmolka Clarés 1996, II: 533
13. En tres de las cartas que forman su registro epistolar encontramos indicaciones muy precisas que no sólo dicen mucho de la gestión del conde de Tendilla sino también su interés por este tipo de obras. En una de ellas, fechada en Canafate el 5 de julio de 1504, afirma: «Quando party de Granada dexé conçertado que fuese el Valençí y su hijo a hazer el aljibe, creo que allá estarán. Lo que se les an de dar es de comer y sesenta maravedís cada día a cada vno. Oy torrno yo a Granada y sy no hallare que son ydos luego les haré que se partan para ally, y asy haré todas las otras cosas que a vos tocaren de buena voluntad» (Szmolka Clarés 1996, I: 67). En otra, enviada ya desde la Alhambra de Granada el último día del mes de julio de ese mismo año, vuelve a decir: «Allá os enbío a Francisco el Valençí para adobar el algibe de esa fortaleza al qual se le dio vn ducado para dexar en su casa y se le pagó una acémila para en que fuese él y llevase sus herramientas, désele recabdo de todo lo que oviere menester, y su padre avía de yr tanbién con él y porque está malo que no pudo yr, se quedó, por éste dará recabado desta...» (Szmolka Clarés 1996, I: 92). Por último, todavía el 22 de noviembre de 1504 vuelve a escribir al alcaide de Castell de Ferro en relación co el mismo asunto: «Reçebí vuestra carta, y a lo que decís de los maestros algiberos, el alcayde tyene conçertado con ellos que partan para allá el lunes que viene y llevarán los atanores y lo que fuere menester de acá, y nuestro Señor vuestra persona guarde» (Smolka Clarés 1996, I: 185). No sabemos hasta cuándo se demorarían las obras del aljibe de Castell pero lo que no cabe duda es que la intención del conde de Tendilla era su realización como parte de la voluntad manifestada por los Reyes Católicos y por él mismo de reparar, conservar y acometer las obras que fuesen necesarias para facilitar la rápida incorporación de las ciudades y territorios conquistados a un nuevo ritmo y estado de vida.
14. Torres Balbás 1982, 200
15. Martín García 1984
16. Según el autor de la monografía dedicada al castillo y torres almenaras de esta población de la costa granadina, «el aljibe está formado por dos estancias, separadas entre sí por cinco arcos de medio punto de ladrillo de una rosca . . . , teniendo todos una misma línea de arranque, apoyados en pilares también de ladrillos . . . La sala mayor, de medidas interiores 5,80 x 2,60 m, se cubre con bóveda de cañón rebajada . . . La otra estancia, de medidas 5,80 x 0,80 m, tiene apariencia de pasillo y se cubre con bóveda de cañón del mismo material y espesor que la anterior . . . Ambas estancias se encuentran separadas por sus cuatro lados del resto de la torre por muros de hormigón, en perfecto estado de conservación, en los que apoyan las mencionadas bóvedas de ladrillo, que se hicieron precisos construir para evitar las filtraciones de agua . . . Todo el conjunto del aljibe forma un rectángulo de 6,90 x 5,30 m . . . , en buen estado de conservación, estando sólo derruidas dos zonas de la bóveda de la sala grande y un agujero en la pequeña, siendo imposible medir su altura debido a los escombros acumulados en su interior» (Martín García 1984, 78).
17. Por las referencias y el lugar bien podría tratarse de «los baños árabes, llamados en el s. XV del Yawza, el Nogal (hammam a-yawza) y, luego, también, de Palacios y de la puerta de Guadix. Su construcción parece datar del s. XI y son, sin duda, de los más viejos, importantes y completos baños públicos árabes conserva-

dos en España y de las obras más antiguas de la Granada musulmana» (Gallego y Burín [1946] 1991, 341–344).

18. La Casa de la Moneda fue instalada en tiempos de los Reyes Católicos, y hasta su demolición en 1843, en el edificio que se había construido en la época de Muhammad V (1365–1367) como Hospital de locos e inocentes.
19. Gila Medina 2000, 521
20. Meneses García 1973, I: 588–589
21. Gila Medina 2000, 522
22. Meneses García 1973, II: 175
23. Meneses García 1973, II: 184
24. Meneses García 1973, II: 285; 587–588
25. Bermúdez Pareja 1955, 436
26. Bermúdez Pareja 1955, 450
27. Dice al respecto Cristina Viñes Millet que «situado éste frente a la cortina de muralla de la Torre del Homenaje, en la plaza que separaba la Alcazaba de los Palacios reales, debía ser muy popular entre los habitantes de la Fortaleza por las veces que con distintos motivos se le cita en los documentos o se le nombra como punto de referencia» (Viñes Millet 1982, 205–206).
28. En el Archivo de la Alhambra se conserva amplia documentación en buena parte de los legajos correspondientes a las últimas décadas del siglo XVIII y primeras del siguiente en relación con la utilización de la Plaza de los Aljibes como escenario taurino y todo lo que ello generaba.
29. A.A. Leg. L-228 año 1838. *Oficio sobre arreglo de la nave de los aljibes de la Alhambra.*
30. A.A. Leg. L-275-3. *Auto sobre haberse hecho una excavación para descubrir la segunda escalera de los aljibes.*
31. Gallego y Burín [1946] 1991, 61

Lista de referencias

Bermúdez Pareja, Jesús. 1955. «Excavaciones en la Plaza de los Aljibes de la Alhambra.» *Al-Andalus*, 20: 436–452.

Camacho Evangelista, Fermín. 1987. *Jerónimo Münzer. Viaje por España y Portugal: Reino de Granada.* Granada: Ediciones TAT.

Gallego y Burín, Antonio. [1946] 1991. *Granada. Guía artística e histórica de la ciudad.* 8ª ed. Granada: Comares.

Gila Medina, Lázaro. 2000. *Maestros de cantería y albañilería en la Granada moderna: según los escribanos de la ciudad.* Granada: Ilustre Colegio Notarial.

Gómez-Moreno Calera, José Manuel. 2003. «Arte y cultura: la forja de una nueva imagen.» En *Isabel la Católica y Granada. V Centenario.* Granada: Ideal, 45–47.

Gómez-Moreno, Manuel. 1892. *Guía de Granada.* Granada: Imprenta de Indalecio Ventura (facs. Ed. Granada: Universidad, 1994).

Gómez-Moreno, Manuel. 1925. «Sobre el Renacimiento en Castilla. Notas para un discurso preliminar. I. Hacia Lorenzo Vázquez.» *Archivo Español de Arte y Arqueología,* I: 1–40.

Henríquez de Jorquera, Francisco. 1934. *Anales de Granada: descripción del reino y ciudad de Granada, crónica de la Reconquista (1482–1492), sucesos de los años 1588 a 1646. Granada*: Imprenta de Paulino Ventura Traveset. (facs. Ed. Granada; Universidad y Excma. Diputación, 1987).

Martín García, Mariano. 1984. *Castell de Ferro. Su castillo y torres almenaras. Datos para su historia.* Granada: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada.

Martín García, Juan Manuel. 2003. *Iñigo López de Mendoza. El Conde de Tendilla.* Granada: Comares.

Meneses García, Emilio. 1973. *Correspondencia del Conde de Tendilla (1508–1513).* Madrid: Real Academia de la Historia.

Orihuela Uzal, Antonio y Vílchez Vílchez, Carlos. 1991. *Aljibes públicos de la Granada islámica.* Granada: Ayuntamiento.

Pavón Maldonado, Basilio. 1990. *Tratado de arquitectura hispanomusulmana. I: Agua.* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Rodrigo, Antonina. 1983. *Los aljibes del Albaicín.* Madrid: Azur.

Szmolka Clarés, José. 1996. *Epistolario del Conde de Tendilla (1504-1506).* Granada: Universidad.

Torres Balbás, Leopoldo. 1982. «Los Reyes Católicos en la Alhambra.» en *Obra dispersa. Crónica de la España musulmana,* 4. Madrid: Instituto de España, 185–205.

Viñes Millet, Cristina. 1982. *La Alhambra de Granada. Tres siglos de historia.* Granada: Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.

La construcción del tapial en época nazarí: el caso de la muralla exterior del Albaicín de Granada

Mariano Martín García

El auge expansivo que tomo la ciudad de Granada durante los siglos XII, XIII y primera mitad del XIV, debido a la gran afluencia de musulmanes que llegaron a ella escapando del acoso continuo a que se veían sometidos a causa del avance de la reconquista cristiana, hizo que los arrabales situados extramuros crecieran considerablemente. Así, fueron surgiendo los barrios que rodearon a la antigua medina, formándose fuera de las murallas de la Alcazaba Qadima el arrabal de al-Bayyazin que ocupó la zona norte de la ciudad y que llegó a tener a principios del siglo XIV una población de unos diez mil habitantes.

Las incursiones castellanas, que a finales del siglo XIII llegaron hasta las afueras de la ciudad, entre ellas la de Alfonso X en 1281, hizo necesaria la construcción de la cerca de este arrabal. Dicha muralla exterior del Albaicín de Granada, conocida parte de ella como «Cerca de don Gonzalo», fue la penúltima que se levantó en la ciudad. Su construcción, llevada a cabo entre los años 1333 y 1354, se debe al sultán Yusuf I, quién la levantó a instancias de su ministro Ridwan.

El trazado de esta muralla, con una longitud total de unos 2.300 metros, de la que actualmente se conservan unos 1.475 metros, se adapta a la fuerte pendiente que configura la topografía del terreno en esta zona. Su desarrollo comenzaba en la ribera del río Darro, al pié de la Cuesta del Chapiz, subía con dirección norte hasta la actual ermita de San Miguel Alto, lugar en el que se ubicaba la antigua Torre del Aceituno, para bajar luego con dirección oeste hasta las proximidades del antiguo Convento de la Merced y de aquí, con dirección sur, hasta llegar a la Puerta de Elvira (fig. 1). En su trazado se intercalaban unas 25 torres, incluyéndose en ellas algunos cambios de sentido que, por su mayor anchura, se usaron como tales, así como seis puertas que, al parecer, eran las que daban acceso al interior del arrabal.

La cerca fue levantada en tapial calicastrado sobre cimiento de hormigón de cal, variando su espesor entre 1,20 y 1,35 metros, siendo su altura hasta el adarve superior a los 5,00 metros. El volumen de tapial aproximado empleado en su construcción fue de unos 16.00 m^3 (Martín 1988). A lo largo de su trazado pueden observarse algunos detalles de cómo se

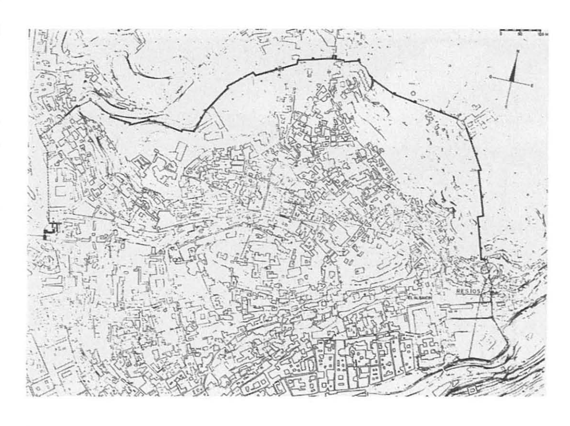


Figura 1

realizó su ejecución, así como gran cantidad de dibujos e inscripciones, éstas al parecer en letra gótica, realizados en el mortero aún fresco de sus paramentos por los cautivos cristianos que trabajaron en ella (Gómez-Moreno [1892] 1982, 491).

El lienzo de muralla estudiado y en el que vamos a concretar nuestra comunicación, es el paño central comprendido entre las puertas de Fajalauza y la del Albaicín o de San Lorenzo y, más concretamente, en el espacio en el que esta muralla sirvió de fachada posterior a la iglesia del desaparecido convento de San Antonio de Padua y San Diego, construido en 1633 por el genovés Orlando de Levanto, demolido durante la desamortización de 1834 y al que, por sus riquezas, se conoció como «el pequeño Escorial» (Gallego [1946] 1982, 309). A nuestros días han llegado los huecos de las ventanas de dicha iglesia abiertas en la muralla (fig. 2), hoy cegados tras la restauración llevada a cabo por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía en 1997. La intervención se realizó según proyecto y dirección del arquitecto Francisco Javier Gallego Roca, asistido por el arquitecto técnico José Manuel López Osorio. La obra fue ejecutada por la empresa «Construcciones Fernández Adarve», siendo el que estas líneas escribe el director técnico de la misma.

El tapial y su construcción

Es bien sabido que el tapial no es un material de construcción, sino un sistema constructivo consistente en verter en el interior de un encofrado de madera el material que constituía los distintos tipos de tapiales. Se distinguen, en función de su diferente composición y de la disposición de los materiales en el interior del cajón, el *tapial real* (tongadas de tierra alternadas con una lechada de mortero rico en cal), *tapial de tierra* (tongadas sólo de tierra), *tapial de tierra y cal* (tongadas de tierra mezclada con cal), *tapial calicastrado* o de cal y costra (tongadas de tierra o de tierra y cal con pellas de mortero rico en cal en los cantos), *tapial hormigonado* (hormigón de cal vertido en el cajón sin tongadas) y *tapial de calicanto* o de cal y canto (hilas de piedra de diverso tamaño alternadas con tongadas de tierra o de tierra y cal). Las tongadas mencionadas, una vez apisonadas con un pisón de madera, solían tener un grosor de unos 8 a 10 cms.



Figura 2

El nombre de tapial viene del árabe *tabiya*, que se refiere al sistema de encofrado. Es sin duda la técnica más característica de la construcción andalusí. Dicho tablero disponía de unas medidas aproximadas de 2,50 x 0,80 metros, estando formado por tres o cuatro tablas colocadas a tope por el canto de mayor longitud y sujetas por dos o tres tabicones verticales, llamados costeros, que las sujetaban y hacían solidarias. Disponían también de unas asas de madera o de cuerda para su traslado.

La primera hilada de cajones se solía levantar sobre un cimiento de mampostería que evitaba la ascensión de humedad por capilaridad ya que el material principal que forma el tapial es la tierra. Si el muro a ejecutar se situaba en la pendiente de una ladera, dicho cimiento de mampostería se escalonaba, estando su superficie horizontal y vertical perfectamente nivelada y aplomada, siendo la longitud de dichos escalones igual a *n* veces y media la longitud de los cajones que montaban sobre él y su altura la de uno o varios cajones enteros. Todo ello debido a que dichos cajones se construían aparejados, como si de una obra de fábrica se tratase, no pudiendo coincidir dos juntas verticales de hiladas continuas. En algunos casos, este contrapeado entre hiladas no se realizaba exactamente a medio cajón, pero siempre procurando evitar la coincidencia de juntas verticales. En todos los casos, la parte superior del mencionado cimiento de mampostería quedaba visto por encima de la rasante del terreno, evitando así el contacto de la tierra del suelo con los cajones de tapial. En algunos casos, el cimiento disponía de zarpa, o sea, era

algo más ancho que el muro, entre otras razones para poder montar sobre el borde sobrante el encofrado para la construcción de la primera hilada de cajones.

En las siguientes hiladas, este tablero de encofrado se sujetaba a la hilada de cajones inferior apoyándose sobre unas tablas, de sección aproximada 8 x 2 cms, llamadas agujas. Para poder acodalar los tableros, la longitud de dichas agujas superaba el grosor del muro a ejecutar en unos 20 o 30 cms por cada lado. Para colocarlas se hacia unas hendiduras con una azada en la parte superior del cajón inferior ya terminado, perpendiculares a los paramentos exteriores y paralelas entre sí, separadas entre ellas de 0,80 a 1,00 metro, por lo que cada tablero debía apoyar en unas tres o cuatro agujas.

Cuando el espesor del muro era pequeño, no llegando a tener más de 0,80 o 0,90 metros, dichas agujas estaban constituidas por una sóla pieza, siendo por tanto la longitud total de la tabla de 1,30 a 1,50 metros aproximadamente. Cuando el grosor del muro superaba el metro, eran dos las tablas que formaban las agujas ya que el peso de los encofrados en los extremos de una sóla pieza podría hacer que ésta se combara hacia arriba e incluso que pudiera partir por el centro. Por otra parte, cuando el espesor del muro alcanzaba, como en el caso de la muralla exterior del Albaicín, 1,35 metros, si la aguja hubiera sido de una sola pieza, su longitud debía tener unos 2,00 metros, lo que con toda seguridad haría que la tabla, al ser colocada, dada su pequeña escuadría, estuviese alabeada e, incluso, revirada, no sentando perfectamente el tablero del encofrado.

Otro tanto ocurría con los mechinales para los andamios. Si el muro era de pequeño grosor, los rollizos atravesaban el muro, atándose con cuerdas a otros rollizos verticales situados en ambos extremos, colocando sobre los primeros horizontales las tablas del andamio. Cuando el muro era de mayor espesor, estos estaban formados por dos elementos horizontales, uno a cada lado de la muralla, empotrándolos en la misma aproximadamente un tercio de su anchura, formándose el andamio en el otro extremo igual que en el caso anterior.

Una vez relleno el encofrado con el material que formaba el cajón y desmontado los tableros del mismo, se cortaba con la azuela la tabla de la aguja que salía del paramento. A continuación se tapaban los restos de la tabla con una pella de mortero rico en cal, tal como se aprecia en muchas de nuestras murallas. De igual modo, los agujeros circulares que habían servido para la colocación de los mechinales para los andamios, una vez extraídos los rollizos, se procedía a cegarlos de la misma manera, introduciendo en los mismos trozos de ladrillos o piedras con la intención de reducirlos para que agarrara el mortero. Como es lógico, el haber dejado abiertos dichos agujeros, hubiera permitido al enemigo poder escalar la muralla con mayor facilidad.

En algunas de las restauraciones que se llevan a cabo en murallas de tapial, se tiene como criterio, a mi parecer erróneo, el no tapar los agujeros que han quedado de las agujas y los mechinales, quizás por una visión romántica de estos elementos castrales. Entiendo que estos agujeros son un motivo importante para el progresivo deterioro de dichos monumentos ya que en ellos crece la vegetación y se introducen algunos animales (aves, lagartos, culebras, etc.) cuyas raíces y nidos van agrandando los huecos, facilitando así la entrada de agua y la formación de hielo, con la consiguiente degradación de los paramentos. Dichos agujeros se tapaban originalmente y creo que así debe procederse siempre en cualquier intervención que en ellas se haga.

La construcción de la muralla exterior del Albaicín

Durante el proceso de ejecución de las obras de restauración de un trozo de dicha muralla, situado en una zona intermedia del paño que une las puertas de Fajalauza y del Albaicín o de San Lorenzo, nos dio la oportunidad de analizar y estudiar todo su proceso constructivo.

En primer lugar, la excavación de las tierras existentes a ambos lados de la muralla, permitió saber que su cimentación era de hormigón de cal y que apoyaba sobre la roca natural de la ladera del cerro. Dicho cimiento formaba escalones con las características descritas anteriormente para los de mampostería, si bien las caras exteriores no presentaban un paramento vertical ya que el hormigón se ataluzaba hasta llegar a la roca. Si, en cambio, su superficie horizontal estaba nivelada y aplomada en el escalón, presentando un retallo o zarpa de anchura variable.

Sobre dicho cimiento se colocaron agujas sobre las que apoyar los tableros del encofrado de la primera hilada de cajones que, aún teniendo en cuenta el es-

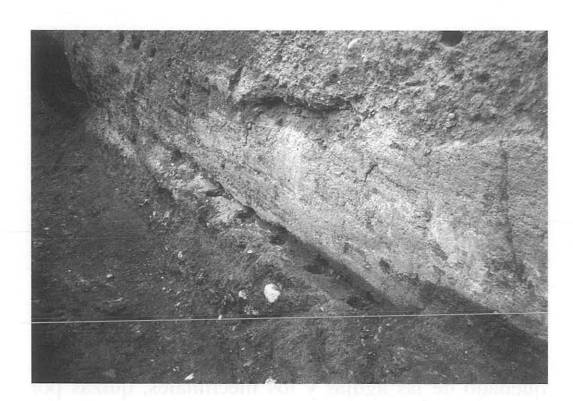


Figura 3

pesor de esta muralla, parece ser que en este caso eran pasantes de lado a lado. En algunas partes, delante de las señales dejadas por las agujas, aparecen agujeros en la zarpa del cimiento, pudiendo haberse hecho para que penetraran los costeros del encofrado (fig. 3).

Ha sido imposible averiguar la longitud de los cajones empleados en esta muralla ya que en ningún caso hemos podido ver dos juntas que correspondieran a los extremos del mismo cajón. En cuanto a la altura de los mismos, la distancia vertical entre agujas nos da una altura de 0,90 metros.

En la intervención realizada en el tramo indicado de la muralla, al limpiar una sección del interior de la misma en los laterales de uno de los huecos abiertos en ella por el convento de San Antonio y San Diego, pudimos observar claramente el sistema que emplearon para el apoyo del encofrado sobre el resto de las agujas, así como otros detalles de cómo era su atirantado superior y arriostramiento interior, con los que evitaban que las tablas se abrieran al llenarlas o se cerraran antes de su llenado.

En efecto, pudimos comprobar como las tablas de las agujas ocupaban en el interior del muro aproximadamente la tercera parte de su espesor en cada uno de los lados, quedando macizo el tercio central. De esta forma, la longitud de cada una de las tablas, teniendo en cuenta el vuelo exterior de las mismas, debía ser de unos 60 o 70 cms. Pero, dado que estas tablas se levantarían por su extremo interior al apoyar en ellas el encofrado, se habían colocado a lo largo de ellas tres cuñas, una en dicho extremo interior y otra en cada costado de la tabla, estando estas dos a distinta distancia respecto al paramento exterior. Dichas cuñas estaban formadas por un trozo de tabla más gruesa que las empleadas en las agujas, terminadas en punta para ser clavadas en el tapial del cajón inferior y con un escalón en su parte central para que sujetara la tabla horizontal, impidiendo que ésta se levantara.

Para evitar que el encofrado se abriera al verter el material que constituía el muro, ataban a la cuña del extremo interior de la aguja una cuerda de esparto que, apoyada sobre la cara superior de la misma, salía al exterior por debajo del encofrado, ascendía por el lateral de éste y debía atarse sobre los tableros de ambos lados con la cuerda procedente de la aguja de la otra parte del muro. Una vez que hemos visto la composición interior de los elementos descritos, comprendemos algo que antes nos llamaba la atención, como era el hecho de que en el paramento superficial de los muros aparecieran los huecos de las tablas de las agujas y, sobre ellas, un orificio circular del que ya conocemos que correspondía al agujero que ha dejado la cuerda de esparto una vez perdida (fig. 4).

El procedimiento de comprobar el montaje de todos estos elementos se hizo desmontando el tapial del muro poco a poco, fotografiando cada paso que se daba al ir quitando el material que nos iba descubriendo el proceso de ejecución que se había seguido en el siglo XIV por los constructores de la muralla (figs. 5 y 6). Una vez que teníamos desmontado todos los elementos, se volvieron a en-

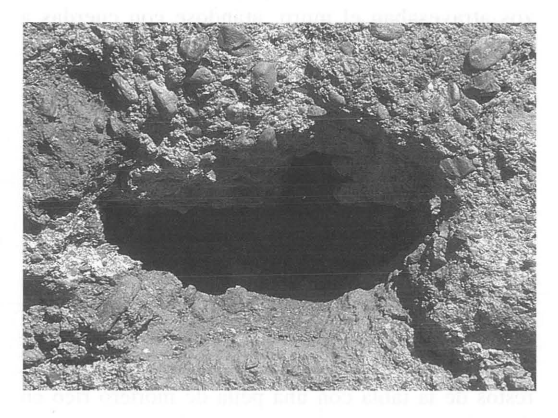


Figura 4



Figura 5

samblar en el suelo para que pudiesen apreciarse mejor (fig. 7).

Para arriostrar interiormente los tableros se colocaban unas cruces de San Andrés fabricadas, hechas con cañas o palos con un diámetro aproximado de 3 cms, evitando así que los tableros del encofrado se cerraran antes de verterse el material de relleno. Una vez comprobado este arriostramiento en la muralla que nos ocupa (figs. 8 y 9), nos hemos dado cuenta que también lo habíamos visto en otras estructuras castrales del Reino nazarí de Granada sin hasta ahora conocer su significado, como, por ejemplo, en el trozo de muro almenado existente en la zona alta del castillo de Íllora (Granada) o en el también muro al-



Figura 6



Figura 8



Figura 7



Figura 9

menado que queda en el castillo de Bentomiz en Arenas (Málaga). Sabíamos del empleo de estas cruces de San Andrés en la construcción de los muros de tapial ya que aparecen en un dibujo que se incluye en una relación de oficios de Cachemira en 1850, si bien desconocíamos que este sistema se utilizase para el arriostramiento interior de los tableros de los encofrados (Mitchell 1988, 113) (fig. 10).

También podemos observar la ubicación de los agujeros de los mechinales para los andamios, alineados con las agujas y alternados con ellas, estando ambos contrapeados respecto a la hilada siguiente (fig. 11)

Como ya hemos mencionado anteriormente, la muralla exterior del Albaicín se construyó con tapial calicastrado o de cal y costra. Este sistema consiste en, una vez colocado el encofrado y antes de verter las tongadas de tierra o de tierra con adición de cal, se coloca una pella de mortero rico en cal, en forma de media caña, a lo largo de los ángulos que forman

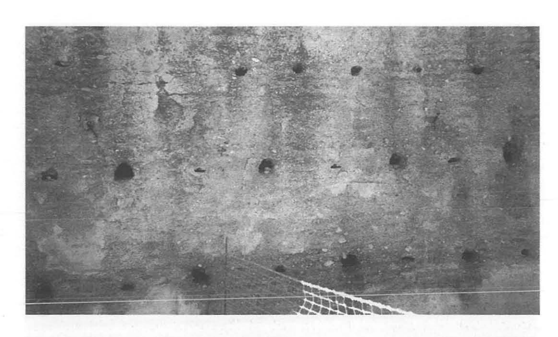


Figura 11

los tableros con el cajón inferior. A continuación se hecha el material de relleno y, al apisonarse, la pella de cal se extiende hacia arriba en una delgada capa, mientras que en horizontal, la capa se va adelgazando hacia el interior del cajón hasta desaparecer, dejando paso a un relleno muy pobre en cal. En dicho

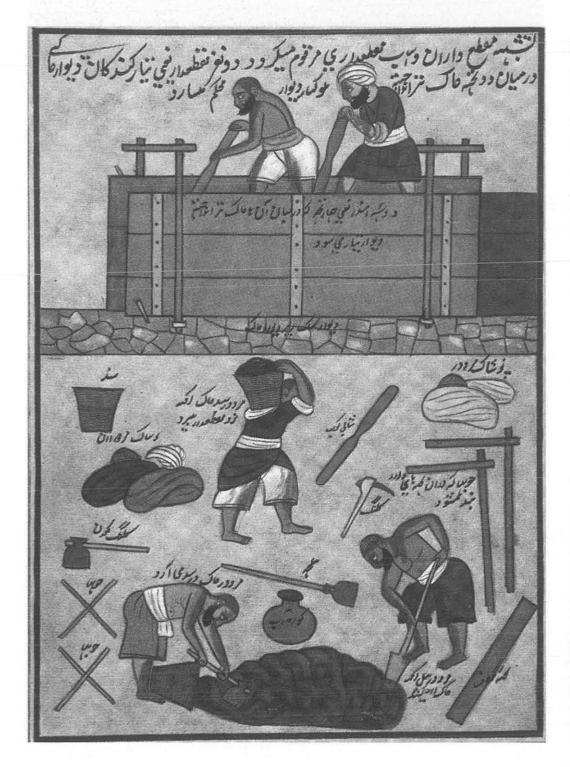


Figura 10



Figura 12

relleno se puede emplear, además de la tierra con cal ya mencionada, material reutilizado, grava y piedras de pequeño tamaño. Vuelve a hacerse la misma operación en la tongada siguiente, uniéndose la punta superior de la tongada inferior con la pella de cal de la siguiente, de tal forma que, al quitar el encofrado, aparecerá un revestimiento superficial continuo, formado por una dura corteza de color blanquecino en todo el paramento vertical del cajón. Si vemos una sección de este tipo de muro, observaremos que aparecen en los extremos de las tongadas unos triangulitos de color blanco que corresponden a las pellas de mortero de cal que hemos ido colocando en cada una de ellas, de ahí el nombre de cal en la costra o superficie (fig. 12). Por ese motivo, cuando vemos el paramento deteriorado de una muralla de tapial calicastrado, al que le falta masa superficial, observaremos como se alternan las hiladas de tierra con las de cal, apreciándose claramente por la diferencia de color, indicándonos sus distintos grosores la cantidad de material que se ha perdido.

Según lo dicho anteriormente, una vez relleno el encofrado con el material que forma el cajón y desmontado los tableros del mismo, se cortaba con la azuela la tabla de la aguja que salía del paramento, así como la cuerda de esparto existente sobre ella (fig. 13). A continuación, se tapaban los restos de la tabla con una pella de mortero rico en cal, tal como se aprecia en el paramento de la muralla que nos ocupa (fig. 14). De igual modo se procedía con los agujeros de los rollizos que habían servido para la colocación de los andamios.

También hemos podido observar como las juntas de hormigonado no siempre se hacían escalonando



Figura 13

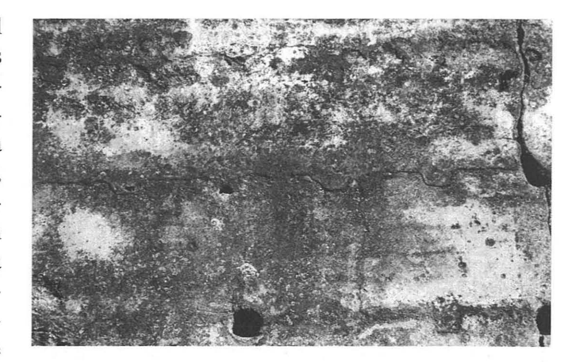


Figura 14

los cajones, ejecutándose en ocasiones de forma inclinada, creando una rampa en el sentido en el que se ejecutaba el muro para luego continuar apoyando los cajones en sentido inverso (fig. 15).

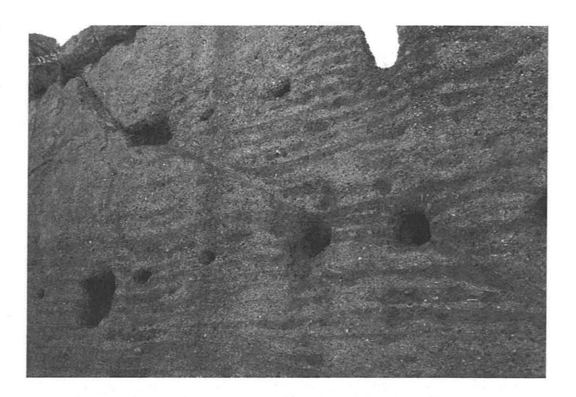


Figura 15

CONCLUSIONES.

Creemos que los descubrimientos realizados al consolidar parte de la muralla exterior del Albaicín de Granada, respecto al sistema empleado en la construcción de su tapial calicastrado, su cimentación, los elementos utilizados en la confección de las agujas que sustentaban los tableros de los encofrados y como se ejecutaba el atirantado superior y arriostramiento interior de los mismos, evitando que las tablas se abrieran al llenarlas o se cerrasen antes del

vertido del material que constituía su relleno, aportan una visión novedosa sobre la construcción de los muros de tapial en la Granada nazarí del siglo XIV y un punto de partida para futuros trabajos sobre el tema.

Lista de referencias

Gallego y Burín, Antonio. [1946] 1982. *Granada, Guía artística e histórica de la ciudad.* Granada

Gómez-Moreno González, Manuel. [1892] 1982. *Guía de Granada.* Granada

Martín García, Mariano. 1988. La muralla exterior del Albaicín o «Cerca de don Gonzalo». Estudio histórico y descriptivo. *Cuadernos de Estudios Medievales* XIV-XV, 177–210.

Mitchell, George. 1988. *La Arquitectura del mundo Islámico.* Madrid.

La modulación implícita de la arquitectura a través de los sistemas tradicionales de construcción

A. A. Martínez

Cuando se estudian las medidas del levantamiento de la arquitectura del pasado, es casi imposible no encontrar en ella una relación geométrica entre las partes, y de las partes con el todo. A esa relación ya sea por razones simples, o algo más complejas, la llamaremos modulación, y a la menor razón simple que las relacione, la llamaremos módulo. Los estudios realizados al respecto, han mostrado conclusiones de toda índole para dar respuesta a estas relaciones encontradas en los trazados resultantes de estás mediciones, pero la mayoría de ellos suelen decantarse por condicionantes puramente estéticos, originados en la influencia de los tratados teóricos realizados en el renacimiento a tenor del interés que comenzaba a despertar la arquitectura clásica, la popularización de las teorías matemáticas sobre relaciones estéticas de Pitágoras y la filosofía de la perfecta unidad armónica de las formas de Platón.

Esta comunicación habla simplemente de otras posibilidades, sin pretender ser un estudio exhaustivo sobre las diversas causas que pueden originar estas conexiones o módulos, y sin pretender ser el absoluto de esas otras posibilidades. Está enfocada desde la óptica de lo necesario, es decir, «modulaciones necesarias» originadas en el hecho de construir, sujeto a «normas» que los sistemas constructivos y sus procesos concretos «imponen»: el material, la estructura, el replanteo, la herramienta . . . o las limitaciones que las circunstancias del medio natural económico o social tienen sobre la obra.

¿Cómo debe ser un módulo?

1. Lo suficientemente grande para lograr una correlación conveniente de las dimensiones: si el módulo es demasiado pequeño, los múltiplos son muy grandes, inabarcables.
2. Ser suficientemente pequeño: Si el módulo es muy grande aparecen relaciones complejas, de difícil comprensión.
3. Poderse expresar con un número entero.
4. Debe ser de tal forma que se exprese con razones sencillas todas las dimensiones de la obra. Ser común denominador de todas las medidas de la obra sin dejar restos, razones no enteras, o decimales no periódicos.
5. Ser comprensible para la escala humana.

No creo que sea necesario esa precisión milimétrica que algunos estudios se imponen como base para explicar una teoría. Creo que a cada sistema de medida le corresponde una precisión. No parece razonable aplicar precisiones o maquinas de medir ajenas, como el sistema métrico decimal, aunque sea este nuestro patrón de estudio.

El origen clásico de las modulaciones. La Teoría Armónica. Breve comentario crítico

La visión constructiva o técnica quedó históricamente relegada a un segundo plano con alguna excepción

como los trabajos de Viollet le Duc o Auguste Choisy. Los primeros estudios publicados sobre estos temas datan del renacimiento, y se centran en los llamados «trazados reguladores». La sociedad renacentista comenzaba a desarrollarse apoyada en la técnica, el comercio y la difusión del conocimiento. Fallaba el concurso de la construcción de la Cúpula de Santa María de las Flores al proyecto de Filippo Brunelleschi por ser la solución técnica y económica más ingeniosa. Sin embargo, esa misma sociedad no prestaba demasiada atención a la técnica en la construcción de la arquitectura clásica, centrándose en teorías estéticas, exotéricas, acusmáticas o matemáticas, intentando encontrar en la arquitectura una profusión de relaciones armónicas siguiendo esa línea de conocimiento que arranca de las teorías matemáticas de Pitágoras, la filosofía de Platón, el mundo griego y según M. Ghyka, en la arquitectura del Antiguo Egipto, y que había permitido la transmisión de los trazados geométricos y la geometría general, como un conocimiento hermético y secreto, primero por las sectas pitagóricas, y después de los sucesos de Metaponto: por las logias masónicas y las hermandades de oficios. Esa misma línea continúa sin interrupción desde Vitrubio hasta 1800 y reencuentra con Leonardo de Pisa, Leonardo da Vinci o Luca Paccioli una nueva forma de expresión de la filosofía antropocéntrica, relacionando la arquitectura armónica con los sistemas tradicionales de medida, ordenados en serie Fibonacci.

El renacimiento si prestó interés a la armonía de sus construcciones, ahí tenemos las obras de Brunelleschi o Palladio. También se preocupó de mencionar los avances técnicos como hace Villalpando con Herrera en el Escorial. Pero la mayoría de los tratados están más dedicados a difundir sus propias ideas, como el de Vitrubio, que a buscar con método científico una realidad de lo construido en la historia. Se puede comprobar como se recuperan los órdenes clásicos creando unos nuevos cánones como los de Vignola, o se hacen dibujos de los templos griegos distorsionando la realidad en función de las nuevas teorías estéticas como Delagardette o Durand. A pesar del renacido interés por la arquitectura clásica, se continuó usando las ruinas clásicas como «cantera». La divulgación de herramientas geométricas de replanteo como el triángulo egipcio tres-cuatro-cinco, que permite el trazado correcto de ángulos rectos, o crear rectángulos donde la diagonal y los lados están en razones de números sencillos, causó la exaltación de valores «mágicos» de estas figuras más allá de su valor matemático. Todo ello colaboró a deformar la herencia del mundo clásico hasta la realización de estudios más precisos.

Parece cierto que la filosofía griega tendió a contraponer a las formas reales reconocibles del mundo físico las formas canónicas o puras del mundo ideal. Esta filosofía veía como el mundo de las formas estéticamente correctas, y por ende, el mundo de las ideas o de la metafísica, formaba un todo jerárquico perfectamente ordenado por la geometría, la matemática y la numerología, otorgando valores ideales y cualitativos, además de los cuantitativos, a los números y a sus relaciones, y exaltaba los valores estéticos de las series musicales, las propiedades geométricas del cuadrado y sobre todo del pentágono: su número Φ y sus razones. El estudio del arte griego de Erwin Panosky, nos muestra como cada sociedad proyecta sobre su arte y arquitectura la filosofía, o modo de pensar predominante. Por lo que no resulta extraño que fuera esta la intención de los arquitectos griegos a pesar de que los resultados de los estudios no lo ratifican ni lo desmienten.

La mayoría de los estudios realizados sobre el Partenón resultan poco convincentes por estar realizados sobre planos imprecisos, y los que se han realizados sobre la medición más detallada, la de Nicolás Balanos, tampoco llegan a demostrar una unidad armónica de medida, o «pie» del Partenón. Sin embargo hay estudios de gran interés como la investigación dirigida a comprender como pudo ser el replanteo del arsenal de Pireo, de A. Choisy, que si encuentran una solución al problema del trazado con razones de números sencillos. O trabajos más complejos y concluyentes en este sentido como el de Moe sobre el templo de Hephaistos. A pesar de no encontrar una solución sencilla al replanteo del Partenón, no se deben descartar estás teorías, ya que las obras están sujetas a muchas vicisitudes, y es más normal que la solución se encuentre en la explicación más simple, como la diferencia en la medida de las naves de la Catedral de Palma, debida al cambio de pie de medida en el transcurso de la obra.

En la Edad Media volvemos a encontrar el mismo problema: edificios que desmienten estas teorías con otros cuya traza se encuentra en una perfecta relación armónica. En el medievo se vuelve a manifestar la teoría del espacio filosófico de Erwin Panofsky. El

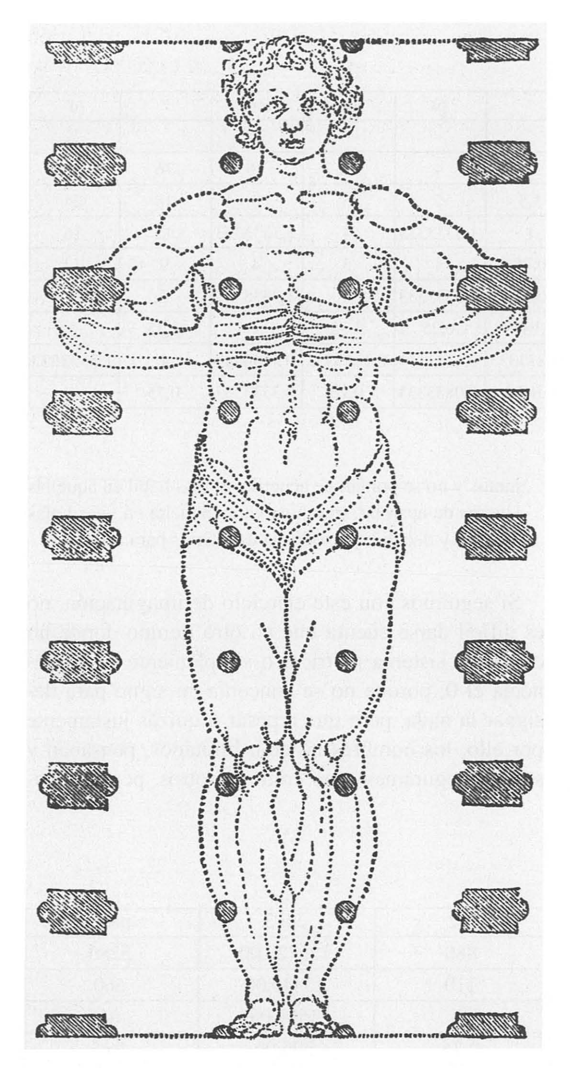


Figura 1 (a)

espacio que se crea ha variado: «El espacio no es otra cosa que la sutilísima luz», escribe Proclo, y esa es la luz que encontramos en las catedrales del románico. De esta manera ya no es valida la explicación de la teoría de los números armónicos que rigen la música de las esferas, salvo por el mantenimiento del conocimiento a través de las hermandades.

También han cambiado los sistemas constructivos. Los grandes bloques de mármol griego han sido sustituidos por fábricas de cantería de piedra más irregular y de menor tamaño. Sin embargo volvemos a encontrar edificios en perfecta armonía como la mencionada Lonja de Mallorca. Su excelente documentación manifiesta su razonable modulación, con detalles que muestran el rigor de planificación y la economía de medios, como el trazado de las bóvedas con seis arcos con la misma apertura de compás, que ya mencionaba en su Álbum, Villard de Honnecourt. Este tipo de bóvedas mejora el aprovechamiento de las cimbras al tener la misma curvatura para todos los arcos que la forman.

En general tendemos a pensar que el grado de desarrollo del conocimiento de la actualidad no es comparable con ninguno que se haya logrado antes. Y no es fácil mantener esta afirmación en el estudio de la historia de la construcción. Pero tampoco es necesario recurrir a teorías exotéricas o mágicas para intentar demostrar la belleza de algunas obras de arquitectura. Así que mal que nos pese seguiremos conjeturando un tiempo.

Los sistemas de medición no métricos en el origen de las modulaciones implícitas. De las máquinas de medir . . . O cuando medir era lo mismo que modular (Perversión desde Javier Vellés)

Desde que aquel hermano de los otros animales que le llamaban hombre comenzó a andar, y eso fue desde siempre, comenzó a medir. Fue aquella mañana en la que comenzó midiendo cuanto había desde la cueva donde dormía en primavera, hasta aquel arroyo donde bajaba para saciarse la sed. Midió a cuanto estaba el árbol que le daba los frutos de la mañana. Midió cuanto tardaría en volver desde aquel valle donde podía perseguir a los venados. Alguien le contó a cuanto estaba el bosque que daba leña y dónde la cueva en la que vivía el señor del fuego. Y todo ello lo midió en pasos.

Desde que el hombre comenzó a ser, comenzó a medir, y para ello se aprovechó de la herramienta de medida que tenía más próxima. Usó sus pasos para medir distancias, usó sus pies para saber cuanto más debía medir su choza, y usó sus palmos, sus codos para ajustar los muros de su refugio. Cuando ya no alcanzó, buscó una vara y para estar seguro de que alcanzaría, la comparó con su paso. Cuando tuvo que alcanzar más, buscó una caña y entonces la comparó con su braza, que era casi igual que el doble de su paso. Así fue creando un sistema de medidas, lo suficientemente sencillo como para no olvidarlo, lo suficientemente preciso para no fracasar, y lo suficiente-

Tabla 1
Relaciones entre medidas antropométricas tradicionales

		cn	ps	cd	’	pl	pp	crt	”	d
Cana-Braza-Toesa	cn=b=t									
Paso-Vara	ps=v	0,5	1	2	3	4	12	16	36	48
Codo	cd	0,25	0,5	1	1,5	2	6	8	18	24
Pie	’	0,1666666	0,3333333	0,6666666	1	1,3333333	4	5,3333333	12	16
Palmo	pl	0,125	0,25	0,5	0,75	1	3	4	9	12
Palma	pp	0,0416666	0,0833333	0,1666666	0,25	0,3333333	1	1,3333333	3	4
Cuarto	crt	0,03125	0,0625	0,125	0,1875	0,25	0,75	1	2,25	3
Pulgada	”	0,0138888	0,0277777	0,0555555	0,0833333	0,1111111	0,3333333	0,4444444	1	1,3333333
Dedo	d	0,0104166	0,0208333	0,0416666	0,0625	0,0833333	0,25	0,3333333	0,75	1

mente ligero para llevarlo siempre consigo. Así fue creando un sistema a la medida de un hombre, ¿Un sistema antropomórfico? . . . quizás no era a la medida de toda la humanidad, pero al menos era a la medida de cada uno de ellos.
En aquel pueblo cada uno se había hecho su casa con sus propias manos. Tenía muros de pelladas de tierra seca de un codo de ancho, una puerta de un paso, y una ventana de dos pies. Más o menos igual que las otras. Pero llegó un día que el señor del fuego decidió que había que construir entre todos una cobijo para guardar aquella llama a la que tanto le debíamos. Como eran muchos trabajando juntos y no se ponían de acuerdo, el más hábil en aquellas labores de aparejar, trajo una vara envuelta en unas hojas grandes y decidió que todos la usaríamos para medir.

Si seguimos con este ejercicio de imaginación, no es difícil darse cuenta que en otro tiempo donde no existía el sistema métrico, o simplemente se desconocía el 0, porque no se concebía un signo para designar la nada, pero que a pesar o quizás justamente por ello, los hombres no eran limitados, pensaban y sentían seguramente no como nosotros, pero tampo-

Tabla 2
Medidas métricas antropométricas

		cm 1	b 2	cm 3	pie 4
Estatuto-Milla	es	160934,40	880	126720,00	5280
Estadio	st	20116,80	110	15840,00	660
Cadena	ca	2011,68	11	1584,00	66
Rod	rd	502,92	2,75	396,00	16,5
Cana-Braza-Toesa	cn=b=t	182,88		144,00	6
Paso-Vara-Yarda	ps=v	91,44	0,5	72,00	3
Codo	cd	45,72	0,25	36,00	1,5
Pie	‘	30,48	0,166666667	24,00	1
Palmo	pl	22,86	0,125	18,00	0,75
Palma	pp	7,62	0,041666667	6,00	0,25
Cuarto	crt	5,72	0,03125	4,50	0,1875
Pulgada	‘’	2,54	0,013888889	2,00	0,083333333
Dedo	d	1,91	0,010416667	1,50	0,0625

1. Relaciones antropométricas del Pie Imperial respecto al cm
2. Relaciones respecto a la Braza
3. Relaciones antropométricas del Pie teórico en módulo 12 respecto al cm
4. Relaciones respecto al Pie

co más ni menos, y temían a lo desconocido incluso menos que nosotros . . . Era en ese tiempo donde algo medía un cuarto de vara, y no 0,25 m absolutos y abstractos. Medía un tercio de vara tan material como un palmo, de esta mano. Era ese tiempo donde el espacio visual, el espacio táctil, y el espacio sensible concordaban en ser anisótropos y heterogéneos, contrariamente al espacio métrico de la geometría euclidiana, basado en la abstracción de un patrón igual a la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre.

El medio en el origen de las modulaciones implícitas

El hombre en su adaptación al medio comienza la construcción de su entorno con los materiales más próximos. Establece un primer esquema de relación básica de subsistencia y trabajo. Este esquema prospera en la medida que la relación manual se desarrolla por la prolongación del cuerpo en la herramienta. Pero mientras estas evolucionan, el material permanece en el tiempo definiendo un carácter y el de su oficio. La experiencia acumulada de comprensión de este carácter define el sistema constructivo y lo manifiesta en su orden. La historia de la construcción nos enseña que todo cambio arquitectónico se debe en parte a ese salto técnico capaz de superar alguno de esos límites de la construcción.

Limitación de los medios económicos de la obra

Durante la Edad Media los maestros canteros, además de su trabajo como arquitecto, estaban al cargo de la responsabilidad como contratistas, y los contratos que firmaban tenían en cuenta el costo de los trabajos contratados en un sistema de mercado muy similar a los actuales concursos de licitación de proyecto de ejecución y obra. Es normal que en los arquitectos buscaran métodos para abaratar el coste de la obra.

En construcciones con materiales masivos como la piedra, el abaratamiento de la obra sigue dos líneas de trabajo: la optimización de los cortes del material para reducir los restos de material y el abaratamiento de los medios auxiliares. Las dos se consiguen racionalizando el proyecto, poniendo en razón o módulo la traza o medidas. Las piedras de cantería se contrataban por cortes más o menos similares a los actuales de 1x1x2 metros, escuadrados, esto es con sus caras paralelas. Es importante trabajar la piedra el máximo en la cantera porque se reducen los volúmenes a transportar a la obra, y los restos a retirar de ella. El ahorro en cimbras y apeos se lograba con trazados geométricos como el mencionado para las bóvedas de la Lonja de Mallorca.

También es habitual la formación de grandes espacios por adición repetición de módulos espaciales más pequeños, lo que permite la repetición de los elementos y soluciones constructivas y estructurales. Método que aparece desde el Antiguo Egipto en las salas hipóstilas, en los templos griegos, en las basílicas romanas y cristianas, o en las iglesias cristianas y las mezquitas musulmanas.

Limitación de los medios humanos

En arquitectura vernácula con circunstancias difíciles en económicas poco desarrolladas, el agrupamiento en pequeñas comunidades permite hacer frente a las dificultades. Cuando estas circunstancias se presentan, es habitual que la construcción sea una tarea colectiva. La construcción tiende a fijar tipos miméticos sin apenas cambios, ni en las dimensiones ni en el sistema, formando conjuntos modulares: cabañas, tiendas . . . Dentro de este grupo se pueden encontrar todos los asentamientos nómadas o seminómadas con diferencias y distantes pero con la misma tendencia a la regularidad. Son ejemplos de ellas, las interesantes estructuras vernáculas que estudió F. de Asís Cabrero.

Limitación de los medios materiales

La construcción hasta el desarrollo de medios de transporte económicos, normalmente marítimos, ha estado y sigue estando vinculada al medio natural donde se realiza. Las circunstancias materiales del entorno natural pueden llegar a ser tan severas que nos encontremos con limitaciones físicas del material. Son ejemplares las construcciones compuestas por adición de elementos celulares como las casas de adobe con cubierta de madera de cedro de los indios

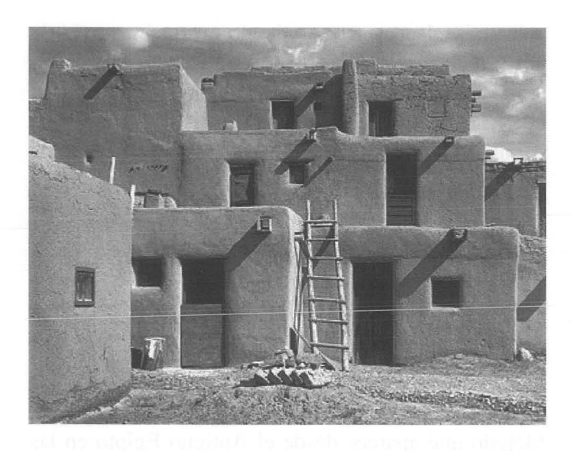


Figura 2 (a)

Pueblo o las pequeñas cúpulas de adobe de los Asirios y Caldeos.

Los sistemas constructivos en el origen de las modulaciones implícitas

Arquitectura flexible o desmontable: tiendas, chozas, etc.

Se la llama arquitectura flexible, por su facilidad para adaptarse a la función: montarse, desmontarse, y trasladarse según las circunstancias. Son construcciones hechas generalmente de maderas y fibras naturales poco elaboradas, como las chozas, o hechas de fibras vegetales o animales más elaboradas formando tejidos, como las tiendas. Construcciones muy minimizadas por los estrictos requisitos de ligereza y movilidad.

La historia del arte y de la arquitectura no ha considerado estás construcciones con el valor suficiente, por su escasa solidez o por ser consideradas arte decorativa o artesanía más que arquitectura. Además su estudio se complica por falta de restos originales y de la escasa huella que dejan tras de sí. Generalmente presentan módulos estrictos, derivados de los requisitos anteriores y de la escasez de las materias primas, como los largos de las maderas, varas y fibras. Dan cobijo a pueblos nómadas que se desarrollan en territorios con climas extremos y escasos recursos.

Las excavaciones arqueológicas de campamentos datan de hace unos 30.000 años, y la tienda más antigua conocida es la «tienda de Dios» de los israelitas, donde se guardaba el arca con las Tablas de le Ley, tres mil años atrás. Los anchos de los tejidos son de una vara, entorno a un metro. Medida que tiene su origen en los telares manuales, ya que es la medida que una persona con una lanzadera manual puede abarcar tejiendo. La tienda se construye por bandas de tela, por lo que su módulo, tanto en ancho como largo, es razón de múltiplos de su ancho cuando las telas forman paños cosidos más grandes. Cuando se construyen por superposición de bandas de telas solapadas, el módulo es el ancho menos el solape de una palma.

El comercio de tiendas existe como tal desde la antigüedad, ya que por su flexibilidad ha sido lugar de cobijo temporal de valor estratégico para todos los grandes ejércitos desde Ciro o Alejandro Magno hasta nuestros días. La jayma árabe debe su nombre a un matemático y fabricante de tiendas del siglo XI, Omar Jyyman, y se ha mantenido en tipo y módulo aproximadamente igual desde entonces,

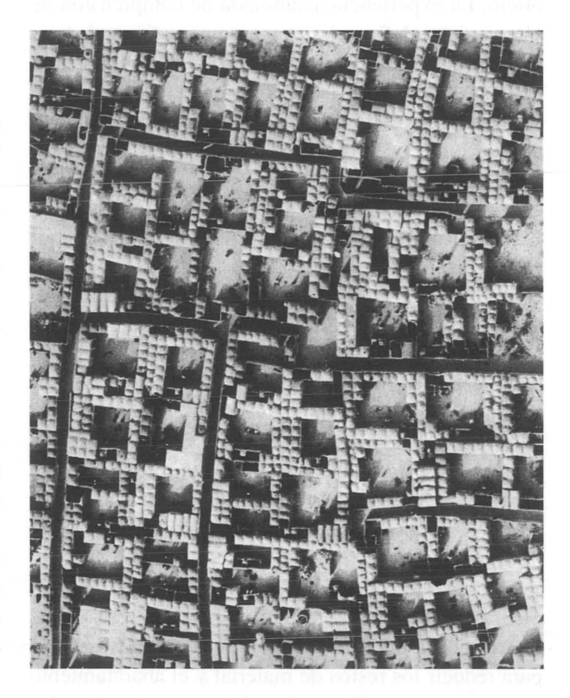


Figura 3

con dos mástiles en V invertida y un tamaño de unos 13 metros de largo por 7 de ancho. Hay tiendas mayores, y es habitual referirse a su tamaño en función del número de mástiles, como ocurría con los barcos.

Los materiales amorfos

Se consideran materiales amorfos aquellos que llegan sin forma definida a pie de obra, como tal serían las pastas, argamasas, áridos, tierras y hormigones. En consecuencia los materiales amorfos no tienen un módulo propio sino en suerte a las camas o encofrados que les dan la forma definitiva.

En todos los sistemas constructivos de muros resistentes, este debe satisfacer las necesidades de cerramiento y estructura. El ancho de los muros, con cálculos sencillos o complejos, viene determinado por la esbeltez o relación simple entre su anchura y su altura, en función de las cargas verticales y la estabilidad frente a los empujes horizontales de las cubiertas, del viento o de la excentricidad de apoyo de las cargas. Esta relación ha variado a lo largo de la historia, aumentándose la esbeltez en los momentos de mayor desarrollo y disminuyéndose en momentos de menor conocimientos técnicos.

La tierra se conforma con camas o tapiales para construir tapias, a veces reforzadas con tongadas finas de cal cada ciertas hiladas. En construcciones domésticas habituales suelen presentarse anchos en torno a un codo (unos 45 cm), ancho mínimo en el que trabajar una persona con el pisón. La altura presenta marcas de hiladas más o menos constantes en función de la cantidad de tierra que se puede apisonar de una sola vez, y sobre todo las huellas de las camas, tanto de las tablas como de los codales aunque se pueden rematar sus caras con tierra fresca, a modo de fratasado y bruñido, una vez terminada la tapia. Más visibles suelen ser las líneas de cal en las tapias reforzadas, en forma cóncava de un tapial de largo y separadas otro tapial de alto. Las marcas del molde o encofrado se alzan cada dos pies, ya que el fondo máximo del tapial era de unos dos codos o tres pies (80 ó 90 cm), para que no le molestasen los codos al trabajar. Su largo varía en función de las personas que trabajasen en el tapial, limitado por el largo de las tablas, de unas tres varas (250 cm).

Las fábricas

Al hablar de las fábricas es necesario hacer una diferencia, en función del tamaño de las piezas que conforman las fábricas, entre las de grandes elementos pétreos, y las fábricas de pequeñas piezas cerámicas o de piedra irregular.

Las fábricas de grandes elementos son construcciones tectónicas como la de los templos del Antiguo Egipto, los templos griegos o las grandes catedrales del medievo. Realizada a base de grandes elementos de cantería, generalmente asentada a hueso o con escaso mortero. Para la construcción contaban con pequeños medios auxiliares y poco industrializados, lo que obligaba a una racionalización de los sistemas constructivos para lograr construir grandes edificios con geometría bastante compleja en tiempos relativamente limitados. Si la modulación más o menos estricta no estuvo en el origen de estos edificios, terminó por manifestarse en el resultado.

La modulación de los anchos de las fábricas como de otras estructuras de muros de carga que trabajan fundamentalmente por estabilidad, se establece en razón de su esbeltez y de sus cargas. La importancia de la altura para indicar la magnitud general de la obra, está documentada en textos como el contrato de 1426 de la Lonja de Palma de Mallorca, entre el Colegio de Mercaderes y el maestro mayor y contratista Guillem Sagrera. En él se establece, según Gaspar de Jovellanos, que la altura de las naves de la Lonja debía de medir, hasta las claves de las bóvedas, ocho canas de Montpellier (de 1.982 a 1.988 mm), algo mayor y por tanto más económica que la cana balear (1.564 mm).

Tabla 3
Distintas medidas métricas del pie histórico

Pie	[cm]
de Barcelona	25,93
Mallorquín	26,07
Castellano	27,90
Romano	29,70
Catalán	29,94
Valenciano	30,20
Imperial Británico	30,48
de Montpellier	33,03–33,13

La altura de la misma hilada se mantiene habitualmente constante. En los templos americanos o los prehelénicos es habitual encontrar hiladas inferiores dentadas a escuadra para asentar una pieza de la hilada superior. En obras de fábrica más irregular aparecen hiladas que no conservan la horizontalidad, o que se bifurcan en dos más pequeñas o se reúnen en una más grande. En general se manifiesta bastante regularidad y una tendencia a la horizontalidad de las hiladas incluso en las fábricas más irregulares, posiblemente derivado de la comodidad de tener un plano horizontal en el proceso de aparejar.

A pesar de todos estos matices, se puede decir que sí existe una modulación horizontal de las fábricas. En las fábricas más regulares de grandes piezas es normal que se mantenga constante o modulada en la altura de las hiladas, ya que es por suma de ellas como se consigue la armónica de todas las alturas. La forma económica de asumir las inevitables variaciones del tamaño de los sillares es variando la longitud. Este sistema permite construir fábricas bien trabadas, toma de niveles constante, y la repetición de estereotomías complejas, como el arranque de los nervios de las bóvedas de crucería. Un buen ejemplo de modulación armónica de la cantería es el basamento de la Villa Capri de Andrea Palladio, donde las hiladas de las escalinatas mantienen alturas diferentes pero todas en proporción a la tabica del peldaño, que actúa como módulo.

Las fábricas de pequeños elementos. El ladrillo presenta estas medidas aproximadamente iguales desde hace más de 4.000 años. En principio se le puede considerar un material prefabricado, aunque por su pequeña dimensión no sería clasificado como tal con la perspectiva actual. Su tamaño converge históricamente desde diferentes lugares para ajustarse al manejo con una sola mano. Las fábricas de ladrillo se ajustan aproximadamente al módulo pie, módulo antropométrico por excelencia, como ha quedado reflejado en su nomenclatura, fabricas de un pie, de pie y medio, etc. El ladrillo en principio puede servir como elemento estructural único, como parte de entramados pesados, o a partir de los romanos, como encofrado perdido dando forma a los primitivos hormigones. A las obras con fábrica de ladrillo les sucede algo similar que a las fábricas de cantería. Encontramos ejemplos de fábricas de ladrillo con un orden excelso, donde la colocación de todos los elementos estructurales y compositivos se rigen por la modulación impuesta por el aparejo de ladrillo. Pero a la par podemos encontrar fábricas con máximos de desorden donde no se cumplen los principios básicos de enjarjes o aparejados y ni tan si quiera la horizontalidad de las hiladas en los paños.

La modulación de la fábrica de ladrillo no comparte los orígenes analizados para las de piedra. El módulo base de la fábrica de ladrillo es el medio pie, adaptable sin grandes requisitos de ordenación a obras de considerable envergadura, gracias también a ser aparejado con argamasa. En algunas fábricas históricas como en algunos ejemplos estudiados de la arquitectura bizantina, según la obra de A. Choisy, esta argamasa llega a ser tan abundante o más que el propio ladrillo. La forma de construcción con el ladrillo no hace necesario el cálculo a priori de las piezas, ya que se suelen replantear tantas piezas como quepan repartiéndolas adecuadamente abriendo o cerrando las llagas. Por lo que el desplazamiento máximo de un elemento para que encaje en el módulo se reduce a fi pie.

Existe un modulo de hilada que no siempre se manifiesta, que aparece tanto en las fábricas de ladrillo como en las de piedra, debido a la necesidad de los albañiles de tener el apeo a una altura cómoda mientras se realizan los trabajos de aparejo, y a la vez reducir el número de puestas de estas plataformas de trabajo. No es un módulo constante, ya que depende en gran medida de los distintos medios auxiliares. En muchas ocasiones se usaba una plataforma mayor o principal que se izaba en crecidas mayores del muro, y sobre la que se colocan tablones sobre sacos de arena, o las más de las veces sobre piezas de la misma fábrica, a modo de pequeñas plataformas que se van subiendo en pequeños saltos. En general estos pequeños saltos suelen medir en torno a dos o tres pies (de 60 a 80 cm), altura en la que el albañil puede trabajar cómodamente, sin necesidad de hacer grandes esfuerzos para agacharse o para colocar las hiladas más altas sin perder el hilo. No es normal que estos saltos se manifiesten en la fábrica terminada, aunque en algunas ocasiones se aprecien pequeñas perdidas del plomo en grupos de hiladas. El otro módulo o supermódulo es muy variado en función de la planificación de la obra y los medios de trabajo, se manifiesta por las bocanas que dejaron los codales horizontales que se aparejaban con la fábrica al destruirse la madera por el paso del tiempo. Estos codales no se retiraban para no producir daños en la fábri-

ca reciente, en caso de haberse retirado no hubiesen dejado marcas, que se habrían repellado en su momento.

Los entramados ligeros

En algunos casos las modulaciones aparecen en sistemas que permiten repetir de forma sistemática los mismos detalles sea cual sea el proyecto. Son construcciones donde el sistema se impone por encima de las particularidades del proyecto. Mantenerse dentro de este rigor les permite flexibilidad y adaptabilidad a los diferentes procesos en el tiempo. Es el caso de la construcción tradicional japonesa o los sistemas de entramados ligeros.

En la arquitectura tradicional japonesa, la edificación se modula entorno al tamaño del tatami y la estructura portante, sistema conocido como malla escocesa. En este, la dimensión de la estructura esta liberada de la dependencia del módulo espacial. El tatami mide en torno a un Ken por medio Ken (182x91) y todos los espacios se ajustan a este elemento constructivo que tapiza todo el suelo. El sistema es tan general que ha sido capaz de adaptarse tanto a la arquitectura doméstica del Ryokan, o la casa de té, o a la arquitectura monumental de los templos, sin ninguna alteración del sistema.

En la arquitectura de entramados ligeros los espacios son los que se adaptan al módulo de la estructura. Los entramados de tabla y perfil de pequeña escuadría sirven de muros portantes y de forjados sin apenas diferencias. Son herederos de los antiguos entramados pesados de pie derecho y armazón, y de las construcciones realizadas con rollizos de madera, más o menos escuadradas. La causa de la sustitución de los anteriores y la rápida extensión de este sistema que con diferencias han poblado la mayor parte del mundo, se debe al abaratamiento de la fijación: el clavo industrial, y la necesidad de construir casas en terrenos recién colonizados donde resultaba difícil la construcción. Este sistema permitía la elaboración previa de la materia prima en zonas ya consolidadas y por su ligereza y sus tamaños ajustados llevarlo hasta los definitivos lugares de implantación. Pero esta construcción prefabricada por semiproductos necesitaba una estandarización de las medidas que impusieron la combinación de circunstancias constructivas y estructurales. Así las casas de entramados se estandarizaron según las medidas del sistema de la pulgada real, de amplia implantación en los territorios dependientes de la metrópoli británica. Estas medidas son aproximadamente de 244 por 122 cm, tamaño del tablero y de 61 ó 40 cm, distancia de separación de los soportes, que ajusta dos o tres soportes por cada tablero. Ya que la tabla estructural habitual de 2 cm resiste entre 40 y 60 cm de luz máxima. El módulo de 2 ó 3 pies derechos por cada tablero de 122 se ajusta para muros menos o más cargados respectivamente.

Las culturas coloniales en expansión tienden a basar tanto su arquitectura como su urbanismo en trazados geométricos más simples que complejos, y en este caso este sistema constructivo se ajustó perfectamente en su concepto, a las trazas urbanísticas de colonización en trama desarrollada en el continente americano y heredera del castro romano y de la trama hipodámica griega.

Conclusiones

Como hemos podido ver a lo largo de este texto, en la historia de la arquitectura el hombre interviene no solo en la obra, sino en toda la cadena de la industria de la construcción, por artesanal que esta sea. El cantero, el albañil, el carpintero y todos los oficios que han participado en la construcción, han ido dando forma y construyendo con su trabajo todas las obras que estudiamos, clasificamos y enmarcamos en estilos arquitectónicos. Pero en todos y en cada uno de estos estilos ha quedado impreso, la labra, la azuela, la paleta, o lo que es lo mismo: un sin fin de formas de hacer, un cúmulo de pequeños esfuerzos simplificados que han ido trazando un camino imperceptible pero continuo de economía, poco a poco adecuándose a la forma del ser humano, a su medida.

Intentar excluir la presencia del ser humano del mundo de la arquitectura, por monumental que sea, no parece justo para las personas que pusieron en ella el trabajo de sus manos, su ingenio, su reflexión y su arte. Cuando veamos una obra de arquitectura, no pensemos en ella solamente como arte, sino como construcción. La industria al servicio de la construcción nos ha hecho olvidar lo arduo que fue escuadrar una piedra para un sillar. Cuando el tiempo invertido en escuadrar un sillar se minimiza por

la máquina, es posible que no lleguemos a entender el esfuerzo que podría ahorrarse un cantero «perdiendo» tiempo en pensar la mejor forma de hacerlo. Con esta perdida hemos ganado cosas, pero también hemos perdido muchos de los conocimientos que como en el ejemplo, el arte de la estereotomía llevaba aparejado.

Al pensar en la modulación antopromórfica de la arquitectura, no es excluyente, pero tampoco es imprenscindible pensar en la modulación para la humanidad, como hiciera el mismo Le Corbusier. No quiero con esto invalidar las teorías elaboradas sobre la modulación racional ni intencionada que tan buenos resultados han dado, a lo largo de la historia, tan solo hacer como el cantero: tomarme un momento para la reflexión y la observación, antes de empezar a cortar.

Puede que toda la armonía, las series y las modulaciones, sean el fruto de una herencia filosófica. Puede que tengan como origen la experiencia acumulada de esas pequeñas soluciones aplicadas contra la dificultad. Puede que tengan como origen el carácter que cada material acumula en la singularidad de su sistema constructivo. O puede que sea la huella que dejó esa mano anónima, que salió de la caverna para construirse un cobijo . . . y resultó ser un templo.

Lista de referencias

Asis Cabrero, Francisco de. 1992. *Los Cuatro Libros de Arquitectura.* Madrid: Fundación Cultural COAM.

Choisy, Auguste. 1873 [1999]. *El Arte de Construir en Roma.* S. Huerta; F. J. Girón Sierra, eds. Madrid: Instituto Juan de Herrera/CEHOPU.

Climent Guimera, F.; *et al.* 2003. *La Lonja de Palma.* Palma de Mallorca: Govern Balear, Consellería d'Obres Públiques, Habitatge i Transport. Direcció General d'Arquitectura i Habitatge.

Collette, Jean-Paul. 1985. *Historia de las matemáticas.* Madrid: Siglo XXI Editores.

Ghyka, Matila C. 1978. *El número de oro: Los Ritmos y los Ritos.* Barcelona: Poseidón.

Le Corbusier. *El Modulor.* 1976. Barcelona: Poseidón.

Moya Blanco, Luis. 1993. *La Arquitectura Cortes y otros escritos.* Madrid: COAM.

Otto, Frei; *et al.* 1979. *Arquitectura adaptable.* Barcelona: Gustavo Gili, S.A.

Pacioli, Luca. 1991. *La Divina proporción.* Madrid: Akal.

Panofsky, Erwin. 2003. *La perspectiva como forma simbólica.* Barcelona: Editores, S.A.

Rovira y Rabassa, Antonio. 1897. *Estereotomía de la Piedra.* Barcelona: Librería y Estampería Artística.

Rovira y Rabassa, Antonio. 1900. *La Madera y su Estereotomía.* Barcelona: Librería de Álvaro Vedaguer.

Villalpando, Juan Bautista. 1990. *El Tratado de la Arquitectura Perfecta en la Última Visión del Profeta Ezequiel.* Madrid: Servicio de Publicaciones del COAM.

La escalera en la arquitectura civil burgalesa del Renacimiento

Jorge Martínez Montero

El desarrollo de los modelos constructivos en la arquitectura civil burgalesa del siglo XVI, ha sido objeto de estudio por parte de un gran número de historiadores, jornadas, congresos o simposios en los últimos años. Sin embargo, un elemento articulador común que ha pasado un tanto desapercibido en las diferentes construcciones renacentistas, y en general, del mundo moderno, ha sido la escalera. Su análisis formal e iconográfico, evolución, influencias, tipologías, materiales constructivos, promotores, o maestros de obras, son algunos de sus aspectos más relevantes, capaces de aportar un mayor significado al conjunto del edificio. Entre las construcciones llevadas a cabo en estos momentos en territorio burgalés, un gran número de ellas de carácter doméstico, cortesano, docente u hospitalario merecen especial interés.[1] En cada uno de estos inmuebles, la escalera desempeña una labor constructiva, estructural, funcional y simbólica muy distinta, hecho que se pretenderá esclarecer a la hora de dar a conocer un análisis exhaustivo del primer corpus de escaleras burgalesas del Renacimiento.

La escalera en la Edad Moderna

Estado de la cuestión

El resurgir de la modernidad, y con ello, la llegada del mundo erudito del Renacimiento, trajo consigo un fuerte desarrollo del campo de la arquitectura. Es en este contexto, en el que muchos autores adoptan una concepción distinta del edificio a la existente hasta el momento, como ente arquitectónico, lleno de vida, adaptado a su nueva funcionalidad y concepción espacial.

Dentro de esta novedosa visión humanística, la escalera pasará a un primer plano, ya que, a lo largo del mundo medieval, apenas se le concedió ninguna importancia, apareciendo en la mayoría de las veces oculta, sometida a una clara funcionalidad y constituyendo, según palabras del investigador Nikolaus Pevsner, nada más que una parte meramente utilitaria del edificio. A pesar de que, inicialmente el Renacimiento, no fue favorable para el desarrollo de la escalera, según palabras del profesor André Chastel, por ser considerada por muchos de los arquitectos como un elemento demasiado dinámico, su gestación y posterior desarrollo no se hizo esperar. Este hecho, no impedirá que sea ahora, con los inicios del mundo moderno, cuando se lleve a cabo el avance definitivo de dicho elemento arquitectónico. Su empleo reiterado y acusado, tanto en interiores como en exteriores, hará que alcance su punto culminante con la llegada del Barroco.[2]

Muy pocos han sido los autores que se han preocupado por llevar a cabo un análisis pormenorizado del tema, centrándose en la mayoría de los casos, en cuestiones de valor técnico o formal. En el campo de la escalera del Renacimiento, consciente de la adquisición de nuevos valores simbólicos, una complejidad estructural y un virtuosismo técnico y ornamen-

tal, se han de reseñar los estudios del historiador Harold E. Wethey en la década de los sesenta, junto a las reflexiones planteadas al final de la década de los setenta por los Coloquios celebrados en la ciudad francesa de Tours, aspectos que pusieron de relevancia algunos de estos nuevos valores, en consonancia con los diferentes focos europeos de irradiación. Actualmente, historiadores y arquitectos contemporáneos, dejan a un lado su eminente concepción artística y valor histórico, centrándose en aspectos estrictamente arquitectónicos.[3]

Interpretaciones ambas, muy parciales, a la hora de dar a conocer un elemento de sobra conocido, y a la vez tan poco analizado, que puede ser objeto de estudio por parte de muchas y muy variadas disciplinas.

Génesis y evolución

La transición de los siglos del gótico, deja paso al resurgimiento de nuevas tipologías de escaleras, el primero de ellos, muy empleado en la arquitectura hispana, el tipo calificado como claustral, por su primitiva ubicación, cobra mayor fuerza en interiores, mientras que al exterior, se opta por el empleo de majestuosas escalinatas, elementos de transición entre la arquitectura y el ambiente circundante.[4]

Es ahora, en pleno siglo XVI, cuando da comienzo la experimentación teórica y práctica de la escalera, patente en ejemplos tan notables como la escalera de la Librería Laurenziana, en Florencia, proyectada por Miguel Ángel en 1524 y no materializada hasta 1558; o la primigenia escalinata del Cortile del Belvedere, en Roma, obra del arquitecto Donato Bramante, erigida durante los años 1503 y 1515.

Una de las mayores aportaciones a la evolución tipológica de la escalera moderna, viene de la mano de un tipo de escalera que surgirá en los últimos coletazos del Renacimiento, denominada con el nombre de imperial, permitirá la adquisición de nuevas concepciones espaciales y funcionales.[5] Con respecto a su evolución en el siglo XVII, constituye una aportación artística de vital importancia, al posibilitar la plasmación del dinamismo en la arquitectura a través del movimiento, convirtiéndose en uno de los elementos vivificadores de la mayoría de los palacios barrocos.

Tipologías de escaleras

La evolución de la escalera moderna, como ha quedado demostrado, tiene como principal núcleo de gestación el mundo artístico del Renacimiento, y más en concreto, el propio siglo XVI, período en el que nos vamos a centrar para dar una visión lo más amplia posible del desarrollo de las diferentes tipologías de escaleras.[6]

El tipo de escalera que se va a gestar en los primeros momentos del mundo renaciente, es la denominada escalera claustral de dos tramos, también calificada como «de ida y vuelta». Realizada a base de dos rampas, sobre abovedamiento o muro en talud, muestra en planta una forma de L invertida.

Un segundo modelo evolutivo tiene como principal protagonista a una escalera claustral de tres tramos, trazada mediante la adición de un tercer nivel, prolongándose en altura; planimétricamente tiene forma de U invertida.

Como último eslabón en la cadena tipológica claustral, aparece un tipo de escalera claustral de cuatro tramos, que surge mediante la superposición en altura de un cuarto tramo, que cierra el conjunto.

Una variante de este primer grupo, es la escalera doble claustral, modelo que emerge como resultado del ahorro espacial en el edificio, sustituyendo a dos escaleras claustrales y resolviendo la necesidad funcional de accesibilidad a dos claustros o patios, su trazado es en forma de H invertida.

En un segundo momento, gracias a la unión de dos escaleras claustrales por un lateral, aparece un tipo de escalera más evolucionada en su traza, y en forma de E invertida, denominada preimperial.

Como variación de dicha tipología, y al suprimirse los tiros perpendiculares a la dirección de entrada y salida, surge la elogiada escalera imperial, verdadero avance técnico en la distribución espacial del edificio (fig. 1).

La escalera como elemento integrador y organizador del espacio en la arquitectura civil española del siglo XVI

En palabras del historiador germano-inglés de principios de siglo, Nikolaus Pevsner: «España fue el país que mostró más iniciativa en el siglo XVI en lo que al diseño de escaleras se refiere» (Pevsner 1943,

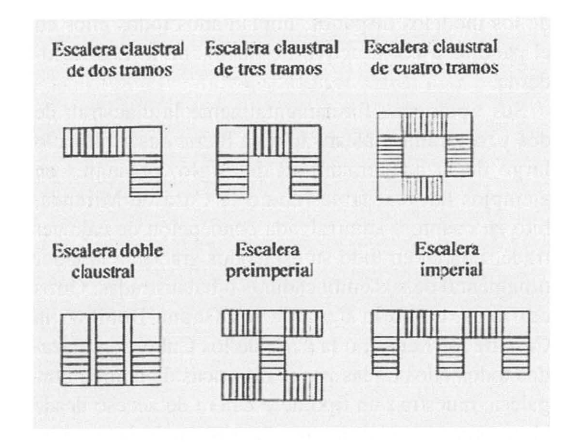


Figura 1
Planimetría de las diferentes tipologías de escaleras durante el siglo XVI. Dibujo del autor

286), tal afirmación fue retomada en los últimos tiempos por el investigador Harold Wethey, quien demanda incidiendo en su enorme número, un exhaustivo estudio de las mismas, afirmando: «Nunca se ha hecho un completo recuento de las escaleras de este tipo en los palacios, pero son numerosas» (Wethey 1964, 298).

La escalera en la arquitectura doméstica española del siglo XVI

Casa señorial o nobiliaria. El esplendor alcanzado por la nobleza, como estamento privilegiado en la sociedad renaciente del momento, la hace sabedora de una emprendedora labor constructiva, patente en la erección de un gran número de casas nobles. Casas señoriales o nobiliarias, en las que el señor moraba u holgaba como lugar de residencia, de manera continuada, o por el contrario, residía en ellas para disfrutar de sus momentos de ocio. Emplazadas por regla general, en el núcleo urbano, concebido como lugar de permanente actividad económica en el que el noble dejaba constancia de la perpetuidad de su linaje, eran elaboradas por los más afamados maestros de obras.

La portada, en la mayoría de los casos descentrada con respecto al conjunto del edificio, daba paso a un amplio zaguán, desde el que se divisaba un gran patio central, centro articulador al que convergían el resto de las dependencias, y desde el que, por mediación de una señorial escalera, se comunicaban las distintas plantas. Dentro de todo este conjunto, la escalera desempeñaba un papel fundamental, entendida como un elemento clave en la concepción aristocrática del ceremonial de la época, así como vehículo de unión con respecto a la planta residencial o planta noble, emplazada en el piso superior.

Un gran número de ejemplos castellanos repetirán esta acusada tipología, introduciendo escasas novedades en su concepción espacial y funcional, se han de señalar los siguientes ejemplos: las escaleras de la Casa de las Conchas en Salamanca (1494–1514), la Casa de los Verdugo en Ávila (1522–1532), la Casa de los marqueses del Arco en Segovia (1525–1550) o las de los palacios de Grajal de Campos en León (1515–1530), de los Dueñas en Medina del Campo (1528–1530), de los Condes de Miranda en Peñaranda de Duero (1520–1535), de los Guzmanes en León (1558–1571), del Cardenal Espinosa en Martín Muñoz de las Posadas (1569–1572), de Fabio Nelly de Espinosa en Valladolid (h. 1582), o de los Condes de Gómara en Soria (1577–1592).

La escalera en la arquitectura docente española del siglo XVI

Colegios mayores y menores. Una variante en menor escala de los centros educativos o docentes, son los colegios mayores y menores, categorías que vienen determinadas por el nivel intelectual que en ellos se impartan, en relación directa con el número de alumnos que hay en ellos.

Como elemento con un matiz casi exclusivamente funcional, se han de señalar las simétricas escaleras del Colegio de Irlandeses, en Salamanca, edificio en estrecha vinculación con su análogo en Santiago de Compostela; junto a dos de los colegios pioneros en la gestación de la escalera española, el de San Gregorio (1488–1896), y el de Santa Cruz (1486–1491), ambos en Valladolid.

Otros colegios, como el soriano de Santa Catalina, en el Burgo de Osma (1541–1554), obra del maestro de cantería Pedro de la Piedra o el de San Nicolás en Burgos (1538–1579), cercano al círculo de los Rasines y objeto de estudio en este trabajo, también presentan en un ala del patio principal una funcional escalera, muy simples en cuanto a su disposición y

puesta en valor, aunque perfectamente materializadas por maestros de cantería, muchos de ellos a la altura de los arquitectos más elogiados del momento.

La escalera en la arquitectura asistencial española del siglo XVI

Hospitales. El proceso evolutivo de la tipología hospitalaria del renacimiento español, tiene como punto de partida el final del reinado de los R.R.C.C., verdaderos benefactores de la asistencia a enfermos, patente en construcciones asistenciales realizadas en las ciudades de Granada y Santiago de Compostela. Este tipo de fundaciones regias sí que contaban con el beneplácito de la corona, sin embargo, un gran número de obras particulares, luchaban por subsistir en un clima de cierta inestabilidad política.

El empleo generalizado de un tipo de planimetría cruciforme en la arquitectura asistencial renaciente, procedente del modelo que Filarete toma para la construcción del Hospital Mayor de Milán (1456–1465), se hará también extensible al caso hispano, disponiéndose de manera simétrica dos enormes patios de sección cruciforme, uno a cada lado de la capilla.

Es en este contexto en el que surge un dilatado proceso de experimentación en cuanto a la disposición de las escaleras se refiere, por parte de arquitectos de la talla del citado Alonso de Covarrubias, en obras tan señeras como el desparecido Hospital madrileño de La Latina, el Hospital de la Santa Cruz (1521–1522) o el Hospital del Cardenal Tavera (1540–1541), ambos en Toledo. Valgan como ejemplos de las tipologías de escaleras en edificios asistenciales: la escalera claustral de tres tramos, de corte clasicista y caja abierta, del Hospital del cambista Simón Ruiz Embito en Medina del Campo (1593–1598), obra del maestro de cantería Juan de Tolosa, o las adscritas al foco burgalés y más tempranas en el tiempo, del Hospital de la Concepción (1550–1560) y de la Casa de Romeros del histórico Hospital del Rey (1540–1549).

Las escaleras en la arquitectura civil del siglo XVI en Burgos

La gestación de la escalera civil burgalesa del siglo XVI, tiene como punto de partida la toma directa de los modelos hispanos, implantados todos ellos en el panorama constructivo de inicios de la Edad Moderna.

Sus tipologías, fundamentalmente la claustral, de dos y tres tramos, alcanzarán un fuerte desarrollo a lo largo de la primera mitad del siglo, presentes en ejemplos tan reseñables como la Casa de Miranda, hito en cuanto a su arraigada concepción de caja cerrada, lucirán en todo su esplendor gracias a la labor ornamental de sus embocaduras o balaustradas. Otros edificios, como la Casa de los Gauna-Bonifaz, la Casa de los Lerma, o la Casa de los Cubos, emplazados todos ellos en las zonas más ricas de la urbe burgalesa, muestran un tipo de escalera de acceso desde el zaguán principal de entrada, quedando la escalera señorial reservada para la zona trasera del patio.[7]

El conjunto desempeñado por las grandes casas-palacios, como el de los Condes de Miranda en Peñaranda de Duero, el de Saldañuela en Sarracín, e incluso, aunque un poco más tardío, el Palacio ducal de la villa de Lerma (1613–1617), cuyas trazas fueron dadas en 1605 por Francisco de Mora, muestra un amplio corpus de escaleras claustrales de tres y cuatro tramos de caja abierta, escaleras monumentales, entendidas en el foco burgalés como un paso previo o anuncio del nacimiento de la escalera imperial, no experimentada hasta el momento.

Casas señoriales o nobiliarias

Casa de Miranda. *Sede del Museo de Burgos, secciones de Prehistoria y Arqueología.* Ubicada en el antiguo arrabal de la Vega, en el sur de la ciudad burgalesa entre las calles Calera y Miranda, a cuya familia perteneció desde el siglo XVI. Debe su nombre a una figura ilustre en el panorama eclesiástico de mediados del siglo XVI, Don Francisco de Miranda Salón y España (†1556), promotor de la obra y primer dueño del inmueble.

De planta rectangular, cuenta con dos amplios zaguanes, descentrados ambos respecto al eje del patio, viéndose correspondidos con ambas puertas de acceso, su disposición, se organiza en torno a un ornamentado patio central de dos pisos o niveles de galerías, en el que se establece la reiterada superposición de columna sobre plinto, capitel-zapata y entablamento. El exterior, estructurado en tres plantas, conserva un aspecto fortificado al verse rematado con

estribos circulares o cubos de clara tradición medieval, todo ello unido a la fusión de materiales como la piedra y el ladrillo.

Inicialmente se construirían en el edificio un total de tres escaleras, dos de ellas de un valor inferior, hoy desaparecidas, arrancarían a ambos lados del zaguán principal, por el que se accede al patio a través de una bóveda de crucería estrellada, y una tercera que es la que actualmente se conserva. Dicha escalera, se halla situada en el ala sur del patio, alejada como venía siendo tradicional, del zaguán de entrada, formando parte del lienzo de muro que da a la calle Miranda; se trata de una escalera claustral de tres tramos, de caja cerrada, constituida por un total de treinta pasos o peldaños (fig. 2).

El primer tramo cuenta con nueve escalones, al segundo, al que se asciende hacia la derecha, corresponden ocho, y al tercero, que discurre paralelo al primer tramo, corresponden un total de trece gradas,

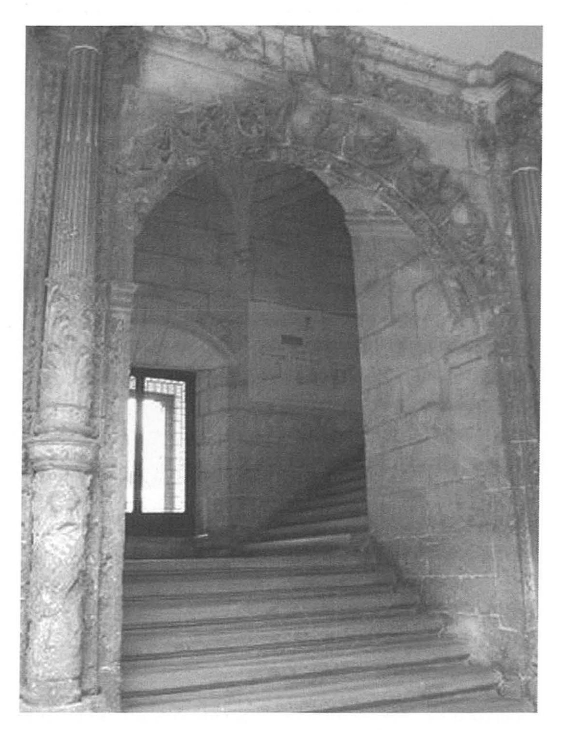


Figura 2
Casa de Miranda. Embocadura de la escalera. Fotografía del autor

más dos pequeños pasos finales que permiten salvaguardar el desnivel respecto al segundo piso.

Se encuentra iluminada por dos ventanales frontales que permiten una mayor claridad en todos los tramos, vanos que al exterior aparecen enrejados y a distinto nivel de altura. La ventana más grande en el exterior, en su friso superior conserva una inscripción de marcado corte humanístico que reza «VERITAS ET PAC(*I*)E(*N*)TIA O(*MN*)IA VI(*N*)CU(*N*)T»: La verdad y la paciencia vencen todas las cosas. Este hecho, hace pensar que a pesar de haberse modificado el muro y con él la portada, en las obras de alineación de la calle en 1934, la parte correspondiente a la caja de la escalera, mantiene su ubicación y alzado externo original, otorgando un mayor valor, si cabe, a la presencia de dicho elemento comunicador en el inmueble.

La embocadura comienza con una esbelta portada que reproduce interiormente características de las fachadas exteriores del edificio. El vano se organiza a modo de arco de medio punto, enmarcado por dos pilastras con columnas encastradas, decoradas por grutescos muy finos, en cuyas basas, molduras, fustes o capiteles se suceden un gran número de figuras mitológicas, seres híbridos, motivos vegetales o geométricos, junto a sendos escudos alusivos al linaje Miranda Salón. Todo ello ornamentado también por pequeños puttis o amorcillos en constante movimiento sobre guirnaldas de telas, que se disponen a lo largo del intradós y extradós del arco. Sobre enjutas lisas, el vano se remata con un friso adornado con bichas en cuyo centro tiene cabida el motivo heráldico familiar. Este tipo de embocadura, aparece con bastante asiduidad en ejemplos precedentes, como el Palacio de Alonso Pérez de Vivero, en Valladolid (1490–1500), aunque en este caso no comparten el mismo tipo de lenguaje decorativo, más evolucionado el burgalés.

Cada uno de los tres tramos se cubre con bóveda de medio cañón, ornamentada con casetones en los dos primeros tiros o tramos, casetones que se subdividen mediante diversas bandas o fajas y en cuyo interior se suceden motivos agrutescados a base de plantas, animales fantásticos, bichas, medallones y motivos heráldicos. Las cubiertas del tercer tramo y de cada uno de los descansos aparecen decoradas con bóvedas de crucería, rematadas con pinjantes en las claves y cuyos nervios descansan sobre pequeñas ménsulas ornamentadas con cabezas de ángeles.

La desembocadura sin embargo, carece de valor, por tratarse de una portada adintelada de corte clásico en la que la ornamentación escasea en favor de una mayor rigidez y severidad compositiva.

El material utilizado en la escalera es la piedra, trabajada en sillares regulares, a soga y tizón para el paramento y formando parte de enormes lascas, para cada uno de los peldaños. Su autor, Juan de Vallejo proyectaría y ejecutaría dicha escalera entre los años 1540 y 1545, ejemplo italianizante y pionero, dentro del período de formación en el proceso evolutivo de la escalera burgalesa.

Casa de los Gauna-Bonifaz / Palacio de Castilfalé. *Actual sede del Archivo Municipal.* Construida en uno de los lugares más privilegiados de toda la ciudad, en el segundo tramo de la calle Fernán González, conocido como calle de la Coronería o Correría, frente a la puerta de la Coronería de la catedral burgalesa, lado norte de la nave de crucero.

Como fundador de la fábrica, aparece documentada la presencia de la figura del mercader Don Nicolás de Gauna (†1560). Oriundos de la ciudad de Álava, los Gauna fueron uno de los múltiples linajes burgaleses que, desde la localidad de Villaverde del Monte, vieron enriquecida su hacienda por su entera dedicación al comercio.

De planta irregular, característica de un tipo de edificación realizada sobre una propiedad conformada mediante la adhesión de pequeños solares, poseyendo como venía siendo habitual, a ambos lados del inmueble un amplio espacio dedicado a zona ajardinada. El interior se articula en torno a un pequeño patio de sección cuadrada de tres niveles de altura al que se accede por un amplio zaguán y que funciona como eje de vertebración por el que se comunica la estructura interna del edificio. Exteriormente presenta tres alturas en las que se abren numerosos vanos, ventanales que permiten una acentuación del marcado ritmo compositivo de la fachada y una esquina torreada que realza y da mayor esbeltez al conjunto

El análisis llevado a cabo en la estructura interna del edificio, nos da a conocer la existencia de dos escaleras monumentales que permiten establecer una vía de comunicación interna entre los pisos del inmueble. Ambas, fueron trazadas hacia 1550–1560 por el maestro de obras Juan de Vallejo, y en los últimos años han sufrido notables intervenciones en elementos de protección como antepechos, barandillas, o pasamanos.

A la izquierda del zaguán principal de entrada, emerge la escalera que permite el acceso a la primera planta del edificio, bajo cubierta de madera, mantiene su disposición original y se adscribe tipológicamente a una escalera claustral de dos tramos. El primero de ellos engloba los siete primeros peldaños y recibe una iluminación directa desde una ventana de asiento lateral; un amplio descansillo da paso al segundo tramo, que comprende un total de once pasos y desemboca en un gran vano adintelado. El conjunto aparece enmarcado por una gran tribuna con antepecho corrido de piedra, a modo de amplio mirador sobre el zaguán, en el que se intercalan tres robustas columnas, la central muestra un escudo en posición diagonal, similar al existente en la portada principal del inmueble. Bajo la tribuna, un gran vano adintelado da acceso al patio, campeando sobre éste y a lo largo de toda la estancia diversos tondos y motivos heráldicos, fiel huella del paso in conmensurado de sus múltiples propietarios (fig. 3).

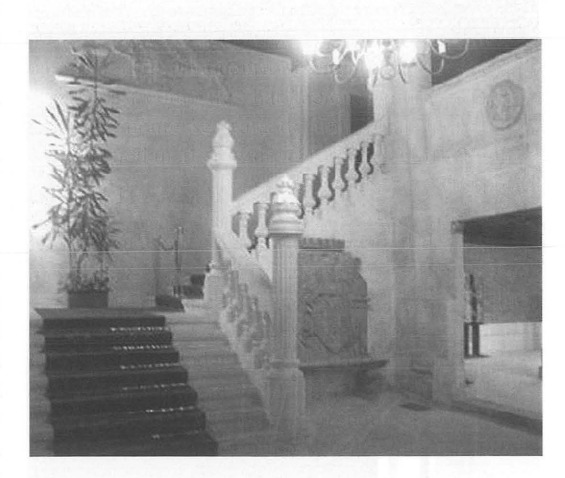


Figura 3
Casa de los Gauna-Bonifaz. Vista de la escalera del zaguán. Fotografía del autor

La escalera monumental, característica escalera claustral de tres tramos de caja abierta, queda emplazada en el extremo izquierdo del corredor que bordea el patio principal, permitiendo establecer la comunicación entre el primer piso y la planta noble. Cuenta

con una media de once peldaños pétreos por tramo, recibiendo iluminación directa procedente del patio interior y desde un conjunto de ventanas dispuestas a ambos lados de su caja. Uno de los aspectos más notables del conjunto es el magnífico artesonado de madera y sección octogonal que cubre la estancia, obra cercana al círculo del brillante maestro de carpintería burgalés Juan de Aras (fig. 4).

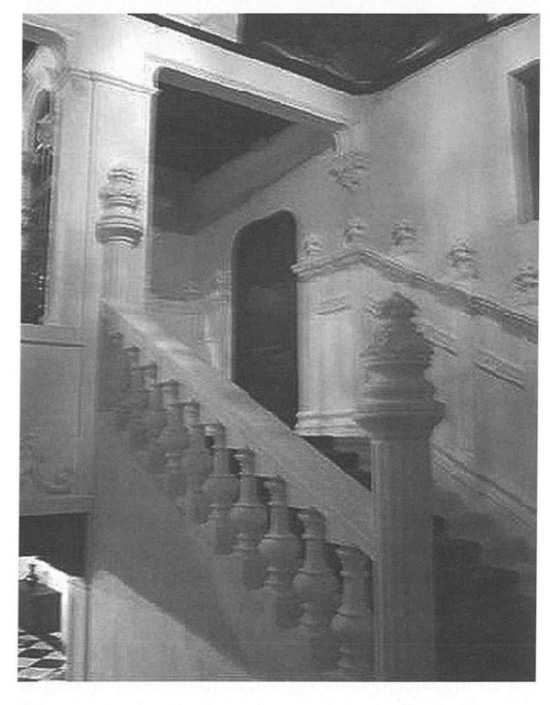


Figura 4
Casa de los Gauna-Bonifaz. Vista de la escalera de honor. Fotografía del autor

A excepción de su ubicación, disposición y traza, escasas son las noticias que conocemos a cerca de la decoración original de la misma, ya que el nuevo espíritu con que se vio inmerso el edificio a principios de siglo, hizo que cambiara de manera casi radical el aspecto interno del mismo. La trascendencia de ambas escaleras reside en su importante valor testimonial, ya que su contemplación, aunque bastante modificada, nos proporciona una idea global de cómo eran algunas de las existentes en muchas de las mansiones nobiliarias contemporáneas en el tiempo. Muy similares serían las erigidas en las Casas de los Lerma y los Cubos, hoy desaparecidas.

Casa-palacio de los Condes de Miranda / Palacio de los Zúñiga-Avellaneda. En la localidad burgalesa de Peñaranda de Duero, se erige una de las mejores muestras arquitectónicas de la nobleza castellana, en el extremo sur de la villa, junto a la Colegiata y en plena plaza, formando parte del nuevo concepto cívico renacentista de espacio urbano.

Uno de los principales exponentes de la estirpe Zúñiga-Avellaneda, Don Francisco de Zúñiga-Avellaneda y Velasco (†1536), tercer Conde de Miranda del Castañar, Salamanca, es considerado el principal promotor e impulsor de la fábrica, hecho que aparece recogido en la inscripción pétrea del dintel de la portada principal.

Fiel ejemplo de un palacio urbano del Renacimiento, impulsado por un promotor de claras convicciones humanísticas, surge como núcleo generador de un espacio urbano en vías de crecimiento. De planta rectangular, articulado en torno a un gran patio central de sección cuadrangular, alrededor del cual se distribuyen todas las dependencias; muchas de ellas cubiertas por ostentosos artesonados y ornamentadas con frisos de yeserías. La fachada principal se abre a una gran plaza, mientras que la parte trasera se orientaría a un bello jardín, cercado por una muralla de marcadas resonancias militares.

Imbuido de un profundo italianismo, con una clara diagonalidad en su composición, la interconexión en altura de ambos pisos, tiene lugar mediante una excepcional escalera, elemento de marcado carácter humanístico, indiscutible dentro del ceremonial aristocrático de la época. Calificada de «magnífica, amplia, monumental, regia e incomparable», por el propio Lampérez (1912), ha despertado admiración por quienes la contemplaron en su máximo apogeo, y verdadera tristeza para quienes la vieron languidecer.

Realizada en piedra, aparece ubicada en la panda norte del patio principal, permitiendo la comunicación entre la planta baja y el primer piso; tipológicamente es una escalera claustral de tres tramos, distribuidos en una media de dos rellanos y once peldaños por tiro respectivamente. La caja de la escalera, de amplias magnitudes, constituye uno de los primeros ejemplos de caja abierta en el Renacimiento burgalés, novedad que hace posible la colocación de un

majestuoso artesonado como sistema de cubrición. Artesonado de madera tallada, sobre un friso de yesería y una cornisa de mocárabes, en el que queda una vez más patente el poder del linaje Zúñiga-Avellaneda.

Se accede a ella a través de una embocadura a modo de enmarque arquitectónico, constituida por un gran arco carpanel bíforo, fragmentado en su interior en otros dos vanos que aparecen decorados con motivos nervados y que descansan directamente sobre una estilizada columna de jaspe rojo. Una puerta de marcado lenguaje clásico y un vano adintelado, permiten el acceso al interior del lienzo de muro en talud sobre el que discurren cada una de las rampas, aspecto que permite la entrada y posterior aprovechamiento del espacio generado bajo las mismas. En el acceso por el primer tramo, una puerta comunica con una de las estancias intermedias, al finalizar el segundo tiro, una ventana de asiento aporta una mayor iluminación al espacio, mientras que una ventana geminada sobre columna jaspeada, tondo con busto clásico y decoración acasetonada, acaba por realizar las funciones de tribuna en la planta noble. La desembocadura está formada por un gran vano adintelado, enmarcado por dos columnas y ornamentado con yeserías distribuidas en una sucesión de molduras con motivos vegetales y geométricos.

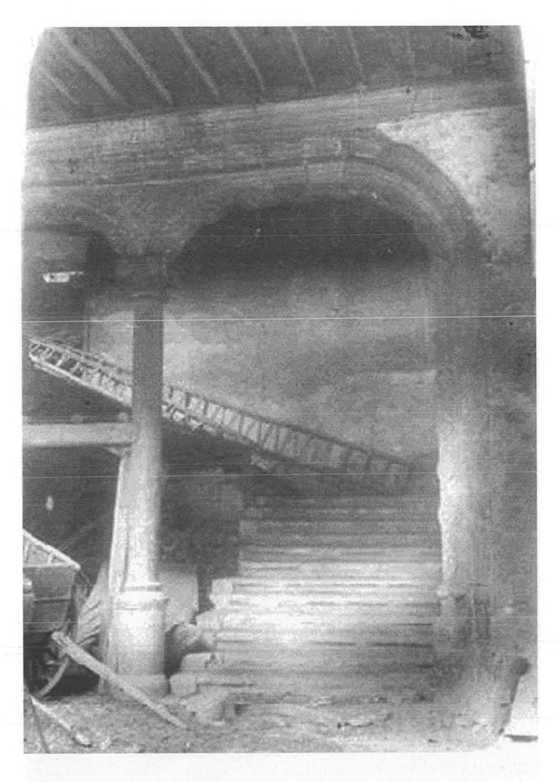


Figura 5
Palacio de los Condes de Miranda. Vista de la escalera a principios de siglo. Archivo Diputación de Burgos. N° 4.562

La belleza y esplendor con que luce actualmente la escalera, es el resultado de un complicado proceso de restauración llevada a cabo desde 1950, ya que se vio inmerso en un oscuro período de degradación a lo largo de sus dos últimos siglos de historia (fig. 5).

Balaustradas, barandillas y pasamanos, junto a la colocación de motivos heráldicos y remates ornamentales, entre los que se encuentra un característico león erguido, sosteniendo el escudo acuartelado de los Zúñiga-Avellaneda, han sido elementos añadidos con posterioridad, fruto de las últimas intervenciones.

De autoría muy discutida, la obra se llevaría a cabo entre los años 1520–1535 por un espléndido maestro de obras, emplazado bajo las órdenes de un adelantado mecenas, sabedor de la estética humanística del Renacimiento y profundo conocedor de la concepción espacial en la arquitectura civil del momento. La trascendencia de dicha escalera, reside en el cúmulo de relaciones e influencias del que es objeto, escalera claustral de tres tramos de caja abierta, como la del Palacio de los Dueñas, en Medina del Campo, su análoga y contemporánea en el tiempo, proyectada y realizada entre los años 1528 y 1530 por el arquitecto Luis de Vega, junto a los maestros Pedro de la Piedra y Diego de Soba, muestra un gran número de semejanzas estilísticas y formales. Otras, como la del madrileño Palacio Arzobispal de Alcalá de Henares (1524–1534) o la del Hospital de la Santa Cruz (1521–1522) en Toledo, realizadas ambas en la década de los veinte por el genial Alonso de Covarrubias, también guardan un cúmulo de coincidencias, patentes en elementos materiales, ornamentales y estructurales. Valga como muestra, el empleo intencionado de la imitación de sillares sobre el muro en talud, variante decorativa característica, aunque no exclusiva, del foco toledano; ya que aparece en ejemplos muy tempranos, como la escalera del vallisoletano Colegio de San Gregorio (1488–1496), o la escalera capitular de la Catedral de León (1523–1534).

La colocación de balaustradas caladas, labradas y bien trabajadas, en las que la presencia reiterada de animales protectores, portadores en ocasiones del escudo del linaje, se hace imprescindible. Buena muestra de ello, se aprecia en ejemplos tan conocidos como el Palacio salmantino de San Boal, el Palacio de los Marqueses de Ulloa, en La Mota del Marqués, Valladolid, o el Palacio de los marqueses de Grajal de Campos, en León.

Casa-palacio de Saldañuela. En un paraje singular del sitio de Sarracín, a unos diez kilómetros de la capital, en la vega del río de Los Ausines o de Arcos, se erige uno de los palacios suburbanos más significativos del renacimiento burgalés, centro de reunión y morada de los más insignes señores de Saldañuela. Una de las figuras más representativas de este linaje, Doña Isabel de Osorio y Rojas (†1589), conocida popularmente como la Dama de Saldañuela, hija de Don Pedro de Cartagena y de Doña María Osorio de Rojas, es considerada la principal impulsora de la obra constructiva.

De planta cuadrangular, en la que aparece como núcleo central un patio rectangular porticado, con galerías abiertas en tres de los lados y alrededor del cual se distribuyen todas las dependencias o cámaras. Fachada en la que la portada principal, despiezada por hiladas de orden rústico, vuelve a retornar a motivos italianizantes. Tras ella, un zaguán de sección cuadrada permite la entrada al patio, de dos niveles de altura y abierto en tres de sus lados.

La entrada acodada del zaguán, define una directriz quebrada hacia el principal elemento distribuidor del palacio: la escalera, emplazada en el ángulo noreste del palacio, y generadora del complejo espacial. Realizada en piedra de Hontoria, a excepción de los peldaños, labrados todos ellos en mármol blanco, se adscribe tipológicamente a una escalera claustral de cuatro tramos, de caja abierta, distribuidos en una media de seis, siete, nueve y siete escalones monolíticos por tramo respectivamente, en los que se insertan sus correspondientes descansillos. Del sistema de cubrición de la caja de la escalera, muy poco se conoce, por no conservarse criterio documental alguno de las cubiertas del palacio. La embocadura de la escalera, constituida por un arco escarzano sobre pilastras cajeadas, da paso a la sucesión prolongada de los tramos, iluminados todos ellos por varios vanos adintelados, tres ventanas de asiento y sus correspondientes óculos, calados en el grueso paramento.

Trazada y ejecutada hacia 1570–1580 por algún maestro burgalés, probablemente de formación marcadamente italiana, comparte en austeridad una escasa ornamentación en cuanto a balaustradas y pasamanos se refiere, propia de su arraigado carácter clasicista.

Valga como excepción la presencia de un estilizado cisne en el primer tramo del antepecho, y de un resignado animal en el correspondiente pasamanos, posiblemente se trate de un pequeño león, signo de fidelidad. El conjunto se completa con un gran número de volutas y motivos vegetales, repartidos a modo de remates a lo largo del pretil de la escalera (fig. 6).

La desembocadura, acaba configurando una amplia tribuna, que debió formar parte de una posible terraza o galería, anulada en la restauración de 1953.

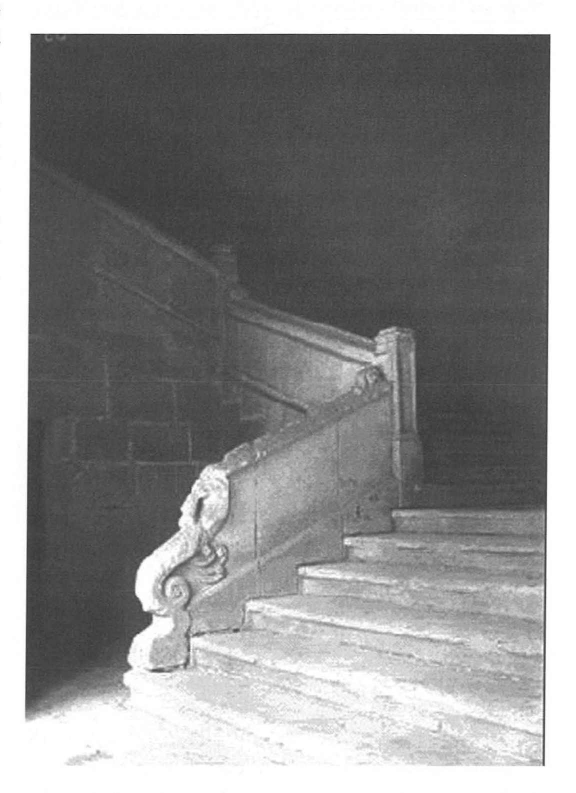


Figura 6
Palacio de Saldañuela. Vista del antepecho del primer tramo de la escalera. Archivo Diputación de Burgos. Nº 3.570

En la enjuta de los dos arcos escarzanos que configuran la tribuna, sobre una pilastra cajeada, se deja ver de manera liviana el escudo de los Osorio: de forma romboidal, enmarcado con grutescos, y dividido en dos cuarteles, el primero de ellos totalmente liso, mientras que el segundo muestra campo de oro, dos lobos andantes con las lenguas hacia fuera.

En 1953, la escalera era una de las partes del palacio que mejor estado de conservación presentaba, por lo que las intervenciones llevadas a cabo hasta el día de hoy, aún siendo muy escasas, afectan a labores de restauración y consolidación de la misma, dándonos una idea del estado primitivo en que se encontraba.

Este tipo de escaleras, de corte clasicista, constituyen una variante más en la evolución estilística del arte del Renacimiento, su acusado empleo en construcciones de carácter civil, erigidas gran parte de ellas formando parte de la austeridad constructiva propia del último cuarto de siglo, hace que proliferen de manera sustancial, disminuyendo con ello su análisis u objeto de estudio. En cuanto a influencias e interrelaciones con otras escaleras contemporáneas en el tiempo, apenas se aprecian, debido a su acusado mimetismo formal y estructural; valgan como ejemplos, las escaleras del patio de armas del alcázar segoviano, o la del hospital del cambista Simón Ruiz Embito, en Medina del Campo, ambas realizadas en las últimas décadas de siglo por artistas de la talla de Francisco de Mora o Juan de Tolosa.

Colegios

Colegio de San Nicolás. Como centro educacional dentro del vivir burgalés del siglo XVI, fiel reflejo de la cultura y la intelectualidad del momento, emerge en el margen derecho del río Arlanzón, emplazándose fuera del primitivo recinto murado.

Don Iñigo López de Mendoza y Zúñiga (1489–1535), fundador e impulsor de la fábrica docente, hijo de Don Pedro de Zúñiga Avellaneda y de Doña Catalina de Velasco, hermano del comendador mayor de Castilla, Don Juan de Zúñiga y del renombrado tercer conde de Miranda, Don Francisco de Zúñiga-Avellaneda, promotor de un gran número de fundaciones: en Coria, ciudad donde fue obispo durante los años 1523 y 1527, llevó a cabo la construcción de un hospital, y en los monasterios de la Vid y la Aguilera, estableció importante labor fundacional y de patronazgo.

Su construcción tiene como origen el otorgamiento del testamento por parte del propio cardenal, en el año 1535. Documento en cuya cláusula, se deja constancia de la fundación de un hospital o colegio, a juicio de sus testamentarios. De planta ligeramente rectangular, responde al clásico edificio de patio central con doble nivel de galerías porticadas, influenciadas por las existentes en el cercano patio de la Casa del Cordón, al que se accede mediante un zaguán rectangular y al que se abren gran parte de las dependencias. La fachada principal, estructurada en dos pisos, presenta un cierto aire tardogótico, en el empleo de tres enormes contrafuertes a cada lado, en los que se intercalan dos arcos apuntados por tramo, y de sus correspondientes cubos en las esquinas a modo de estribos, ornamentados por los escudos del cardenal.

Se ha de señalar la presencia de una austera, pero a la par señorial escalera claustral, construida para comunicar la planta baja con el resto de las dependencias de la zona noble, y que cuenta con un gran número de similitudes en modelos autóctonos. Situada en el ala este del patio principal del colegio, en la galería izquierda de entrada, formando ángulo con el zaguán, fue proyectada y realizada hacia 1550–1560 por el maestro de obras, Pedro de Rasines.

En cuanto a su tipología, escalera claustral de tres tramos, de caja abierta, realizada en piedra de Hontoria; dos descansillos, salvaguardan el acusado desnivel en altura que presentan cada uno de los tiros, compuestos por un total de trece, cinco, y catorce peldaños por tramo respectivamente. La embocadura está presidida por un arco carpanel moldurado en el que campea el escudo del promotor, entendido como un mero motivo heráldico sin ninguna connotación ornamental (fig. 7).

Aparece cubierta por una techumbre plana de madera, cobijando la gran caja de la escalera y desembocando en dos arcos escarzanos, generando el segundo de ellos una nueva tribuna, por la que queda iluminada la estancia. La decoración en antepechos y pasamanos es nula, clara sobriedad decorativa, salvaguardada levemente por meras molduraciones en partes visibles, signo evidente del período de austeridad clasicista en que se construye, propia del tercer cuarto del siglo XVI.

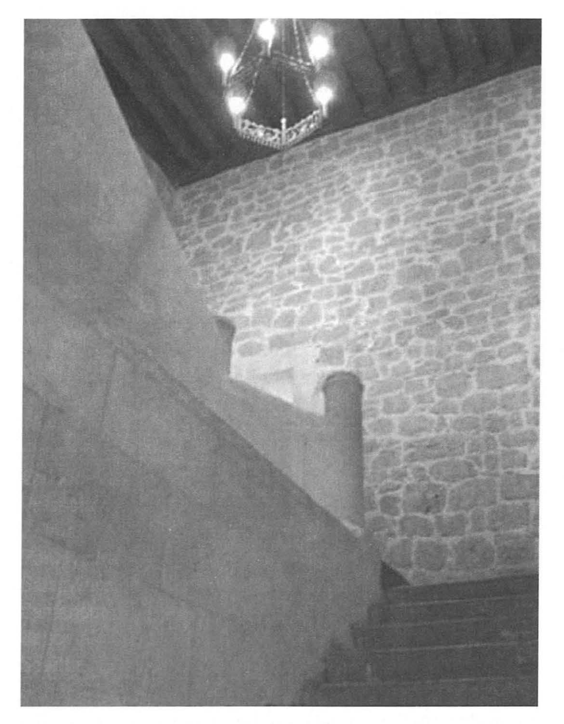


Figura 7
Colegio de San Nicolás. Vista de la escalera. Fotografía del autor

Hospitales

Hospital de la Concepción. Construido en el arrabal de la Vega, a lo largo del primitivo camino al convento de San Agustín, conocido actualmente como calle de Madrid, formando parte de las múltiples fundaciones hospitalarias que se llevan a cabo en el vivir burgalés del siglo XVI.

Don Diego de Bernuy Orense (†1563), descendiente de una familia avulense de judios conversos, adinerado comerciante burgalés y regidor de la ciudad desde 1529, será considerado el verdadero impulsor de la construcción hospitalaria. Miembro electo a lo largo de su vida de la Cofradía de la Purísima Concepción de Nuestra Señora, institución que aparece ligada estrechamente al buen funcionamiento del hospital, con sede en la iglesia de San Francisco, y cuyos orígenes se remontan a finales del siglo XV.

Construido bajo la iniciativa de la citada cofradía, cuya misión era la de levantar un edificio de asistencia médica hacia los enfermos y personas desfavorecidas. De planta rectangular, disposición habitual en la que un amplio zaguán daba paso a las enfermerías, configuradas mediante un amplio espacio longitudinal central, a modo de tránsito, en cuyos laterales se alojaban las camas de los enfermos.

Una escalera claustral, permitía el acceso al segundo piso, en el que se distribuían el resto de las dependencias, localizadas todas ellas sobre el recibidor principal. Localizada en la zona intermedia comprendida entre las dos salas de enfermerías, permitía la comunicación con la planta alta del hospital, localizada sobre el zaguán de entrada. Se accede a ella dejando atrás un arco carpanel bien devastado, que enmarca la estancia. Tras él, un nuevo vano adintelado establece una comunicación directa con el patio, del que recibe iluminación a través de una pequeña ventana.

En función del espacio en el que se localiza, distribución y caja abierta, la traza correspondería a una escalera claustral de dos tramos. De los dos, tan sólo se conserva parte del primero, de ocho peldaños, y en muy malas condiciones el arranque del segundo. En cuanto a su ornamentación, aparece reducida a la máxima expresión, motivos vegetales en capiteles y meras acanaladuras en los antepechos, sumadas a la molduración del pasamanos, decoración propia de este momento de transición del cuarto al último perí-

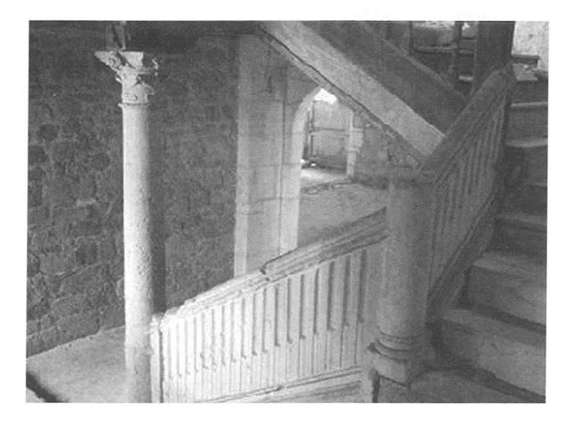


Figura 8
Hospital de la Concepción. Vista de la escalera. Fotografía del autor

odo estilístico de la arquitectura burgalesa. Realizada en piedra de Hontoria, bajo una cubierta plana de madera, fue proyectada y ejecutada entre los años 1550 y 1560, probablemente por algún maestro cercano al círculo del genial Vallejo, su emplazamiento y estructura, claramente funcional, tomada de las escaleras localizadas en los zaguanes de muchas de las casas nobiliarias burgalesas, hacen pensar en una mera adaptación de modelos (fig. 8).

Actualmente aparece muy modificada y sesgada en muchas de sus partes, apreciándose un cambio de materiales en el paramento, síntoma claro de la adaptación sufrida en dicha dependencia a lo largo de los años, en favor de una nueva necesidad funcional.

Notas

1. Para un mayor conocimiento de la arquitectura civil burgalesa del siglo XVI, véase, Ibáñez (1977).
2. Frankl (1981) establece un análisis pormenorizado de la evolución de la escalera moderna en el panorama europeo, a lo largo de cuatro fases bien definidas.
3. Un amplio número de autores contemporáneos, han realizado un gran número de estudios dentro del mundo de las escaleras, dedicados a cuestiones fundamentalmente teóricas y técnicas, tales como el diseño, empleo de nuevos materiales de construcción, fundamentos técnicos o sistemas estructurales. De manera más reciente, ampliando sus campos de acción, se ha tratado de estudiar a la escalera en otros contextos muy distintos, tales como su representación en las artes plásticas, el teatro o el cine. Hansmann (1994).
4. Guillaume (1985a).
5. A cerca de la gestación y desarrollo de la escalera Imperial en España, véase: Bonet (1975) y Marías (1985).
6. Para el estudio de las diferentes tipologías de escaleras, véase: Guillaume (1985b). Un pormenorizado análisis de las escaleras que existieron en la contemporánea mansión de Hurtado de Mendoza, o en las desaparecidas de los Cubos y los Lerma, puede verse en: Martínez (2004).

Lista de referencias

Bonet, A. 1975. Introducción a las escaleras imperiales españolas. *Cuadernos de Arte de la Universidad de Granada*, 24: 75–111.

Bustamante, A. 1985. La influencia italiana en la escalera española del Renacimiento. *L´escalier dans l´architecture de la Renaissance*, 171–174. París: Picard.

Chastel, A. 1985. Un membre privilégié de l´architecture. *L´escalier dans l´architecture de la Renaissance*, 7–8. París: Picard.

Frankl, P. [1914] 1981. *Principios fundamentales de la Historia de la Arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

Guillaume, J. 1985a. Genése de l´escalier moderne. *L´escalier dans l´architecture de la Renaissance*, 9–14. París: Picard.

Guillaume, J. 1985b. Le systéme de l´escalier. *L´escalier dans l´architecture de la Renaissance*, 207–216. París: Picard.

Hansmann, C. R. [1993] 1994. *Las escaleras en la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

Ibáñez, A. C. 1977. *La arquitectura civil del siglo XVI en Burgos*. Burgos.

Lampérez, V. 1912. El Palacio de los condes de Miranda en Peñaranda de Duero (Burgos). *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones*, 146–151.

Marías, F. 1985. La escalera imperial en España. *L´escalier dans l´architecture de la Renaissance*, 165–170. París: Picard.

Martínez Montero, J. 2004. La escalera en la arquitectura civil del siglo XVI en Burgos. Trabajo de Investigación inédito. León: Universidad de León.

Pevsner, N. [1943] 1994. *Breve historia de la arquitectura europea*. Madrid: Alianza Forma.

Sánchez-Robles, C. 1988. *Composición: La escalera I. La innovación tipológica en arquitectura: las nuevas escaleras post-medievales*. Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia.

Wethey, H. E. 1964. Escaleras del primer renacimiento español. *Archivo Español de Arte*, 148: 295–305.

La torre de la iglesia de San Millán de Segovia y su construcción

José Miguel Merino de Cáceres

Dentro del copioso románico de Segovia, destaca la presencia de la iglesia de San Millán, en tiempos llamada *de los Caballeros,* parroquial del más populoso de los barrios de la ciudad. Su nombradía artística estriba no tanto en la monumentalidad de su fabrica que, desaparecida la vieja catedral de Santa María, situada frontera al Alcázar, le convierte en el mayor templo románico de la ciudad, sino muy principalmente en su complejidad constructiva y en el extraordinario parentesco que presenta con ese incunable de la arquitectura románica peninsular que es la catedral de Jaca. La iglesia de San Millán se sitúa fuera del recinto amurallado, en una zona hoy muy transformada que era conocida como el Arrabal Mayor. En este barrio se agrupaba durante la Edad Media, a lo largo del cauce del arroyo Clamores, gran parte de las fábricas de paños de la ciudad; además, entre la iglesia y la muralla, se extendía el barrio moro, con albañiles, tallistas de artesonados, herradores y alfareros.

La iglesia que podemos contemplar hoy fue construida sobre el emplazamiento de un templo mozárabe anterior; sin embargo prácticamente nada conocemos de este, del que tan sólo se conserva la torre. Se sabe que antes de la repoblación definitiva de la ciudad, en el último tercio del siglo XI, ya había allí una iglesia dedicada a San Millán, patrono de Castilla y santo muy venerado en España en los siglos X y XI.[1]

Parece claro que es al rey Alfonso I de Aragón (1073–1134), conocido como el Batallador, a quien debemos la iglesia actual. En 1109 casó con la reina de Castilla doña Urraca (1080–1126) viuda de Raimundo de Borgoña, que había heredado la corona poco antes, al morir su padre Alfonso VI el 1 de julio de aquel año. Si bien hubo sonadas desavenencias entre los esposos, tras la victoria de la batalla de Candespino en 1111 y su entrada en Toledo, Alfonso se titula Rey de Castilla. El monarca mostró especial predilección por la ciudad de Segovia, que fue una de las que contó con guarnición aragonesa, como se puede confirmar por las donaciones que aún en 1123 hizo al obispado de Segovia.

Así, la construcción del cuerpo fundamental de la iglesia debemos situarla entre los años 1111 y 1126 (reinado de Alfonso el Batallador en Castilla), siguiendo el modelo de la Catedral de Jaca y no sería aventurado suponer que utilizando constructores aragoneses. En la iglesia segoviana se reproduce el aludido modelo aragonés hasta en sus más pequeños detalles, lo que la convierte en un caso único.[2] El románico de la seo de Jaca llega a Castilla a través de San Martín de Frómista, sobre la que influye poderosamente en lo decorativo, y de ahí se extiende a otros monumentos castellanos. Pero a San Millán de Segovia el modelo de Jaca llega directamente, sin pasar por Frómista, algo que no va a volver a repetirse ni siquiera a lo largo del Camino de Santiago, donde la influencia de Jaca es notable. Esto puede llevarnos a pensar que constructores de San Millán hubieran participado anteriormente en fases tardías de la construcción de la catedral de Jaca, o que se trate de colaboradores o discípulos de aquellos.[3]

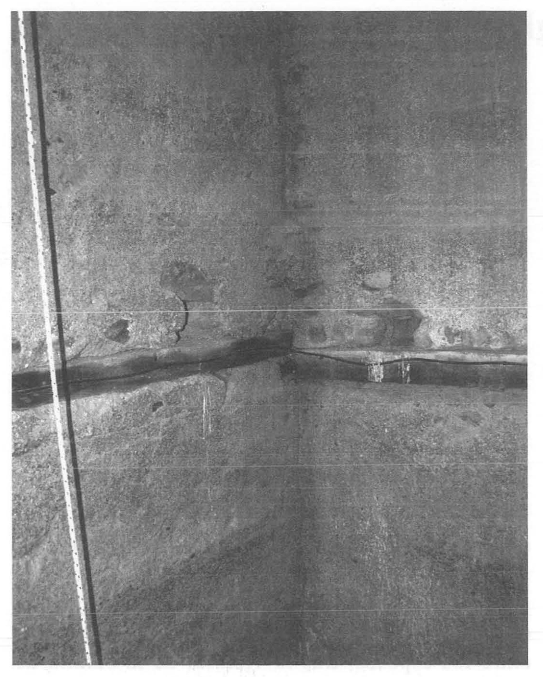


Figura 1

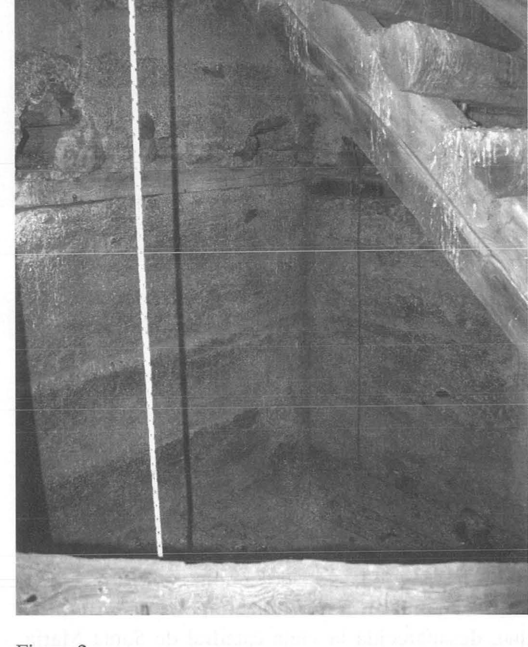


Figura 2

La iglesia es de tres naves, crucero alineado en planta y tres ábsides escalonados en correspondencia con las naves. El crucero se manifiesta poderosamente en altura y se cierra con bóveda cordobesa de arcos de resalto pareados con hueco central. Las naves tienen cinco tramos separados por pilares compuestos alternados con robustas columnas, como sucede en la catedral de Jaca. Los pilares son cruciformes con columnas adosadas. Sobre la hilera de pilares y columnas se sitúa una sucesión de arcos de medio punto que sostienen el muro sobre el que apoya la armadura de cubierta. Ésta era de tipo musulmán dentro de lo taifa, plana sobre ménsulas, con decoración alternando lo geométrico y lo floral e inscripciones cúficas.[4] Por desgracia sólo se conserva de la original una pequeña parte.

La iglesia no se construye de una sola vez, sino que se amplía añadiéndole un cuarto ábside, destinado a albergar la sacristía, y dos pórticos o atrios tardorrománicos (uno a norte y otro a sur) siguiendo la costumbre de las iglesias segovianas. Los pórticos se iniciaron en el siglo XIII, pero en el septentrional hay capiteles con ábacos que datan del siglo XVI, aunque realizados en estilo románico. De este modo San Millán, pese a su indudable raigambre aragonesa, acaba convirtiéndose en una iglesia formalmente segoviana, con todos sus elementos: la torre (en este caso anterior a la nave) y los pórticos. Contribuye también a ello el que en la construcción intervinieran artesanos mudéjares, que vinieron a darle un aire distinto del de la Catedral de Jaca.

En el año 1669 se colocaron en las naves bóvedas tabicadas de ladrillo con yesería barrocas que, ante su incierto estado de conservación estructural, fueron eliminadas en 1972. Algo antes, entre 1964 y 1966, se llevaron a cabo obras de «restauración en la torre»; desdichada intervención en la que se enfoscó con cemento la totalidad de sus fachadas, colocando encima un incongruente esgrafiado, actuación en gran parte irreversible.[5] En el curso de estas mismas obras se retiró el retablo barroco del gusto churrigueresco que ocultaba el ábside principal, siendo trasladado a la iglesia de Santa Eulalia en Ibiza, donde actualmente se encuentra.



Figura 3



Figura 5



Figura 4



Figura 6

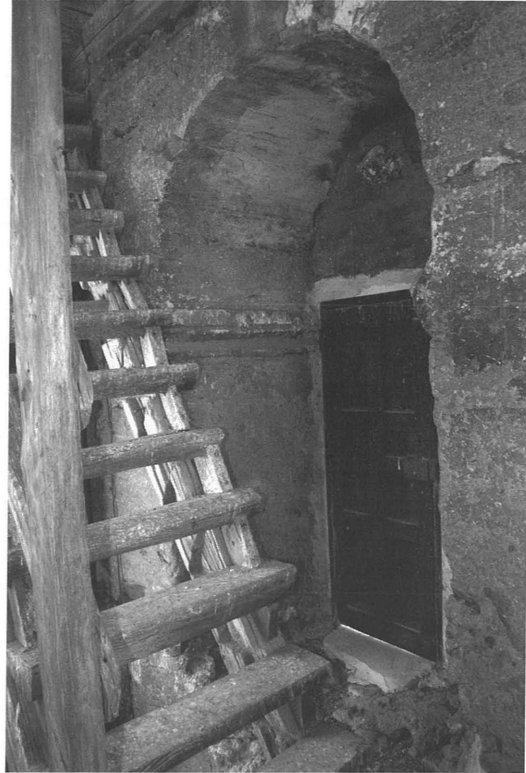


Figura 7

LA TORRE

La torre es lo único que se conserva de la presunta anterior iglesia mozárabe. Por su posición, ligeramente girada respecto del cuerpo del templo (el desvío es de poco más de 5º hacia norte con relación al eje del templo), podemos suponer que la orientación de éste no corresponde exactamente con la de la antigua iglesia, cosa extraña ya que era habitual aprovechar las cimentaciones de construcciones anteriores. Por ello, nada podemos deducir sobre la forma, posición o dimensiones de la misma, para lo que sería necesario realizar una excavación arqueológica.

La torre se compone de dos prismas de planta cuadrada superpuestos, viniendo a ser el inferior tres veces la altura del superior y ligeramente más ancho. En la actualidad se remata con gracioso capitel barroco que vendría a sustituir a la característica alcuza medieval desaparecida. La planta de la torre es un cuadrado casi perfecto, de aproximadamente 5,80 metros de lado el exterior, dimensión difícil de precisar al quedar parte del perímetro englobado por construcciones; de todas formas en lo alto del prisma base medimos 5,77 en lado norte, 5,68 en el este, 5,78 en el sur y 5,73 en el oeste. El cuadrado interior muestra en la base las siguientes dimensiones: 3,10 para el lado N; 2,88 para el E; 3,09 para el S y 2,92 para el W. Intentando relacionar estos valores con la metrología mozárabe encontramos un pie de algo más de 32 cm (0,32045 m), resultando un prisma teórico de 18 pies de lado exterior y 9 de lado interior, con muros de 4,5 pies de espesor. Cabe reseñar también, que el núcleo central mozárabe de la iglesia de San Martín, de la Ciudad, está formado por nueve «campatas» cuadradas de 18 pies de lado de casi idéntica valoración, 32,65 cm.

El cuerpo basamental arranca con un zócalo de piedra, de dos hiladas de grandes sillares de granito,

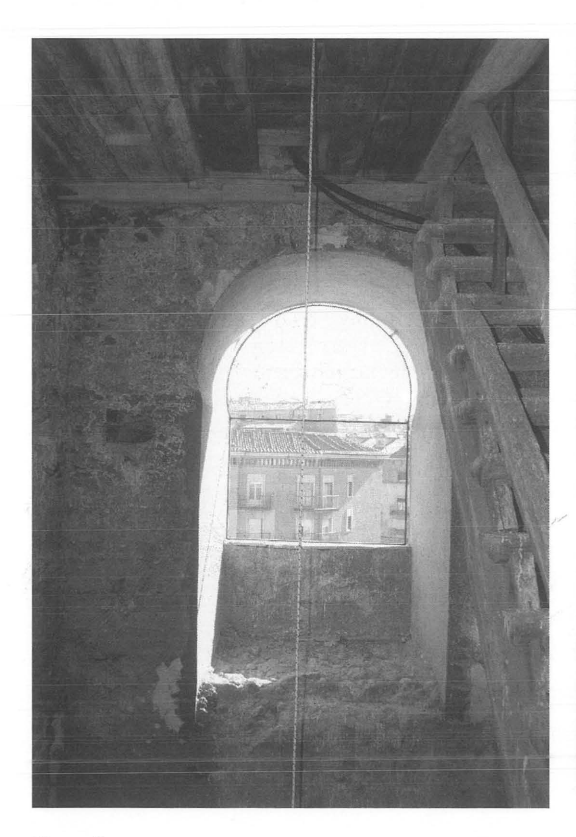


Figura 8



Figura 9

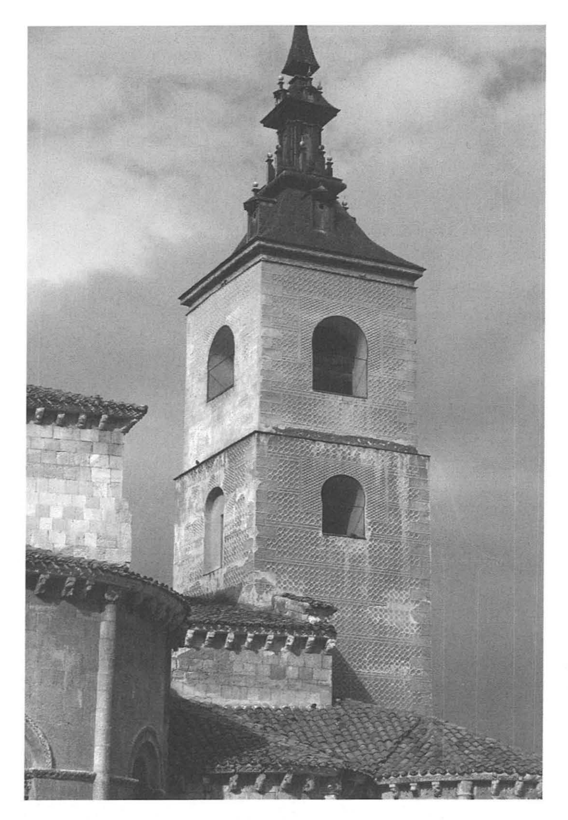


Figura 10

posiblemente piezas romanas reaprovechadas y torpemente aparejadas; a continuación la fábrica es de hormigón de cal, de gran dureza, quedando al interior bien visibles las huellas del encofrado, poco cuidado, realizado con tablas de aproximadamente 40 cm de ancho. Sube recta hasta una altura de 20,02 m desde el arranque, medido al exterior (cara norte) y 18,81 sobre la cota del pavimento del templo; a continuación, con un retallo de 21 cm, arranca el segundo cuerpo, con una altura de 6,05 m hasta línea base de cornisa y 6,73 m a línea superior de esta. Estas dimensiones equivalen exactamente a 62,47 pies mozárabes para el cuerpo basamental y 21 pies para el superior, es decir, que con un pequeñísimo error de 17 centímetros, el cuerpo inferior es tres veces el superior. Sin embargo es presumible que el nivel del actual pavimento del entorno del templo esté recrecido y el zócalo de la torre haya quedado oculto en parte, con lo que la proporción triple se cumpliría exactamente, de forma parecida a la organización de los alminares omeyas. La altura total de los dos prismas resulta ser así de 84 pies, a lo que habría que sumar la altura de la alcuza, que suponemos similar a las de las torres segovianas de Pinarejos y Fuentepelayo, es decir, de sección meridional según triángulo equilátero, y que mediría entonces otros 16 pies, lo cual totalizaría una torre de 100 pies de altura.

Interiormente se disponen seis niveles, organizados con estructura de madera que apoya en la fábrica de hormigón, recibida en fatigados mechinales. En cada piso cambia el sentido de la viguería y la disposición de las escaleras; buena parte de la armadura pudiera ser la original y en algunas reparaciones descubrimos piezas de madera tallada, procedentes de las antiguas armaduras de las naves del templo. El último cuerpo, que coincide con el prisma superior, retalla interiormente sobre el inferior una media de

TORRE DE LA IGLESIA DE SAN MILLÁN DE SEGOVIA

Tabla de dimensiones y proporciones

		Metros	Pies (0,3205 m)
Prisma			
Lado base ext.		5,77	18,00
Lado base int.		2,88	9,00
Grueso muro		1,44, media	4,50
Alt. 1er cuerpo	Actual	20,02	62,47
	Teórico	20,19	63,00
Alt. 2º cuerpo, inc. cornisa		6,73	21,00
Altura total	Teórica	84,00	
Proporción torre			
Relac. altura/base			84/18 = 4,666. . .
Esbeltez muros			
Relac. Grueso/altura			4,5/63 = 0,0714
Sobre altura total			4,5/84 = 0,0535
Bóveda			
Dimensiones			
Valor medio en muros		3,36	10,50
Valor a eje capiteles		3,20	10,00
Arcos ogivos	Luz	4,31	13,50
	Grueso	0,22	0,67 = 2/3 p
Relación grueso/luz			0,67/13,5 = 0,05

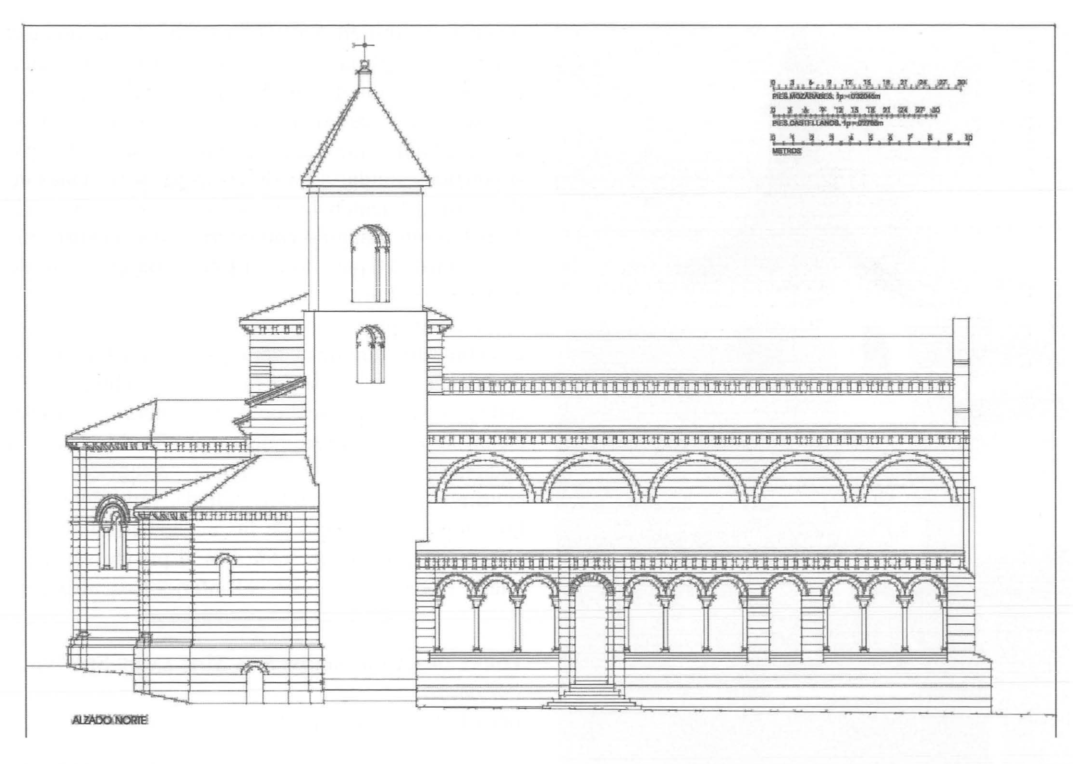


Figura 11.
San Millán. Alzado

16 cm por lado, organizando así el apoyo de la estructura de las campanas; de esta forma el último cuerpo tiene interiormente un pie mas de lado que el basamental, con unas dimensiones medias de 10,5 pies de lado (en realidad los valores son N: 10,58; S: 10,73; E: 10,36; W: 10,52).

El espacio se cierra con una singular bóveda, compromiso entre la forma baída y la esquifada, reforzada por nervios de sillería caliza de sección recta y témpanos de hormigón en masa, en el que quedan huellas y restos del encofrado. Las líneas de apoyo en los muros son arcos de medio punto, ligeramente rebajados, en tanto que los nervios diagonales son de medio punto, lo cual provoca un rampante que se traza con tiro recto; los témpanos resultan ser así superficies regladas. Los nervios apean en ménsulas troncopiramidales empotradas en los rincones y ramaleando hacia los lados; arrancan de un toro circular en cuya base hay huellas de haberse previsto el apeo en una columna que nunca debió existir. Las peanas tienen una altura de un pie y la sección de los nervios es rectangular de 0,75 ˘ 0,66 pies; estos desarrollan arcos de 13,5 pies de diámetro, que se cruzan ortogonalmente sin clave común y con dovelas de 1 pie y 1,5 pies; uno de ellos se desarrolla completo y el otro según dos ramas que entestan en el primero. Parecen estar labrados en piedra caliza de Zamarramala.

La pieza es de notable singularidad, dentro del conjunto de bóvedas nervadas calificadas por Torres Balbás como de progenie hispanomusulmana, toda vez que no responde exactamente al tipo de las por él estudiadas.[6] El estudio de D. Leopoldo se refiere a bóvedas esquifadas o cupuliformes, empleadas por el arte románico de los siglo XI y XII, casi siempre en torres campanarios: «Tienen fuertes arcos de resalto, de sillería, de constante perfil rectangular, que, partiendo de los puntos medios de los lados de su base algunas veces les acompañan otros diagonales, concurren al centro, sin clave común». La singularidad de la bóveda segoviana estriba en la disposición de

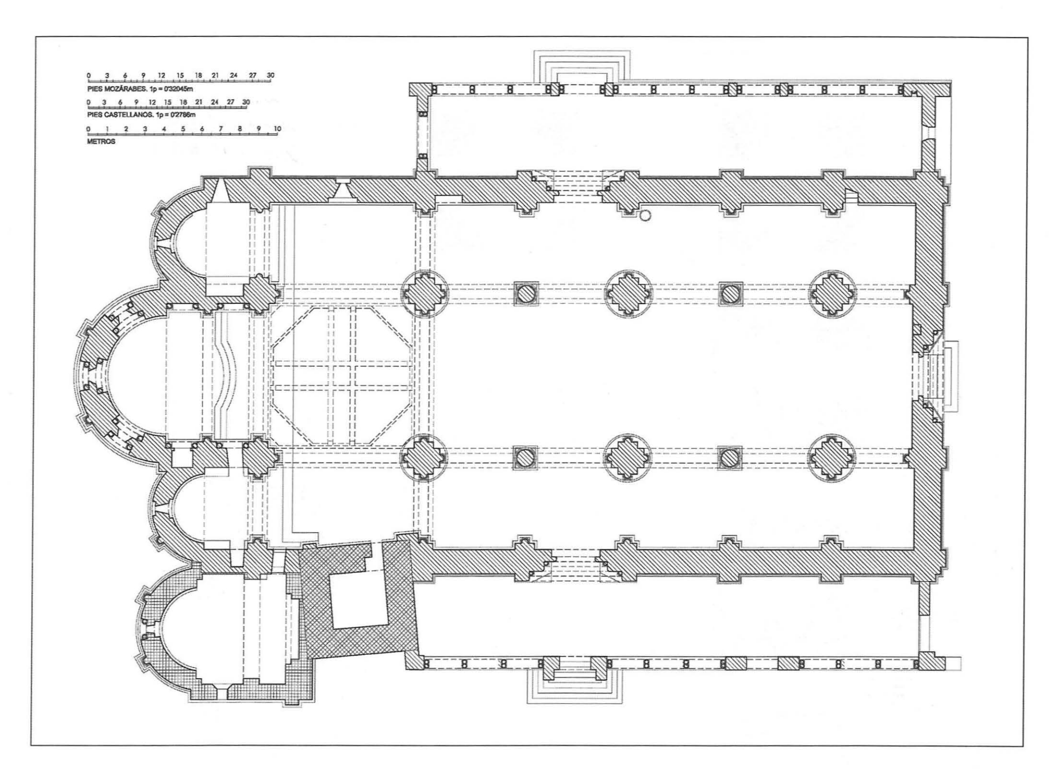


Figura 12.
San Millán. Planta

sus nervios, arrancando de los ángulos, sin parientes cercanos. Además, aquí, como se puede comprobar por los restos de encofrado que se conservan, la bóveda, de fundido de hormigón calicastrado, apoya en los nervios, siendo independiente de ellos, al igual que ocurre en las bóvedas de ojivas.

Sin alcanzar a estudiar el ejemplar segoviano, el Sr. Torres Balbás llegó a las siguientes conclusiones:

1° Que en la España musulmana del siglo X se construyeron bóvedas cupuliformes con arcos resaltados de sección rectangular que se cruzan en el centro, diagonales unas veces (como las de ojivas), y partiendo otras de los puntos medios de los lados, o combinando ambos trazados.

2° Que en la segunda mitad del siglo XI existieron en la arquitectura cristiana española bóvedas esquifadas y cúpulas con arcos o nervios resaltados, de sección rectangular, sin clave común, que se cruzan en el centro, partiendo generalmente de los puntos medios de los lados, y que estas bóvedas derivan seguramente de las musulmanas y mozárabes del siglo X.

3° Que se encuentran en la arquitectura románica francesa del siglo XI cúpulas y bóvedas esquifadas y de paños con nervios resaltados de sección rectangular, que, sin clave común, se cruzan en el centro, partiendo generalmente de los puntos medios de los lados, y que estas bóvedas sólo pueden explicarse suponiéndolas derivadas de las descritas en los párrafos anteriores.

A mayor abundamiento, Elie Lambert, al tratar el problema de los orígenes de la bóveda de ojivas, como elemento esencial de la arquitectura gótica, esgrime la hipótesis de su filiación de éstas hispanomusulmanas y de sus derivaciones francesa.[7]

Otra singularidad de esta torre estriba en el carácter de las ventanas, trazadas con arco de marcada ultrasemicircularidad. Posee cuatro en el cuerpo inferior y otras cuatro en el de campanas, habiendo sido todas muy transformadas, rasurando los arranques de los arcos, con excepción de una: esta, la ventana sur del

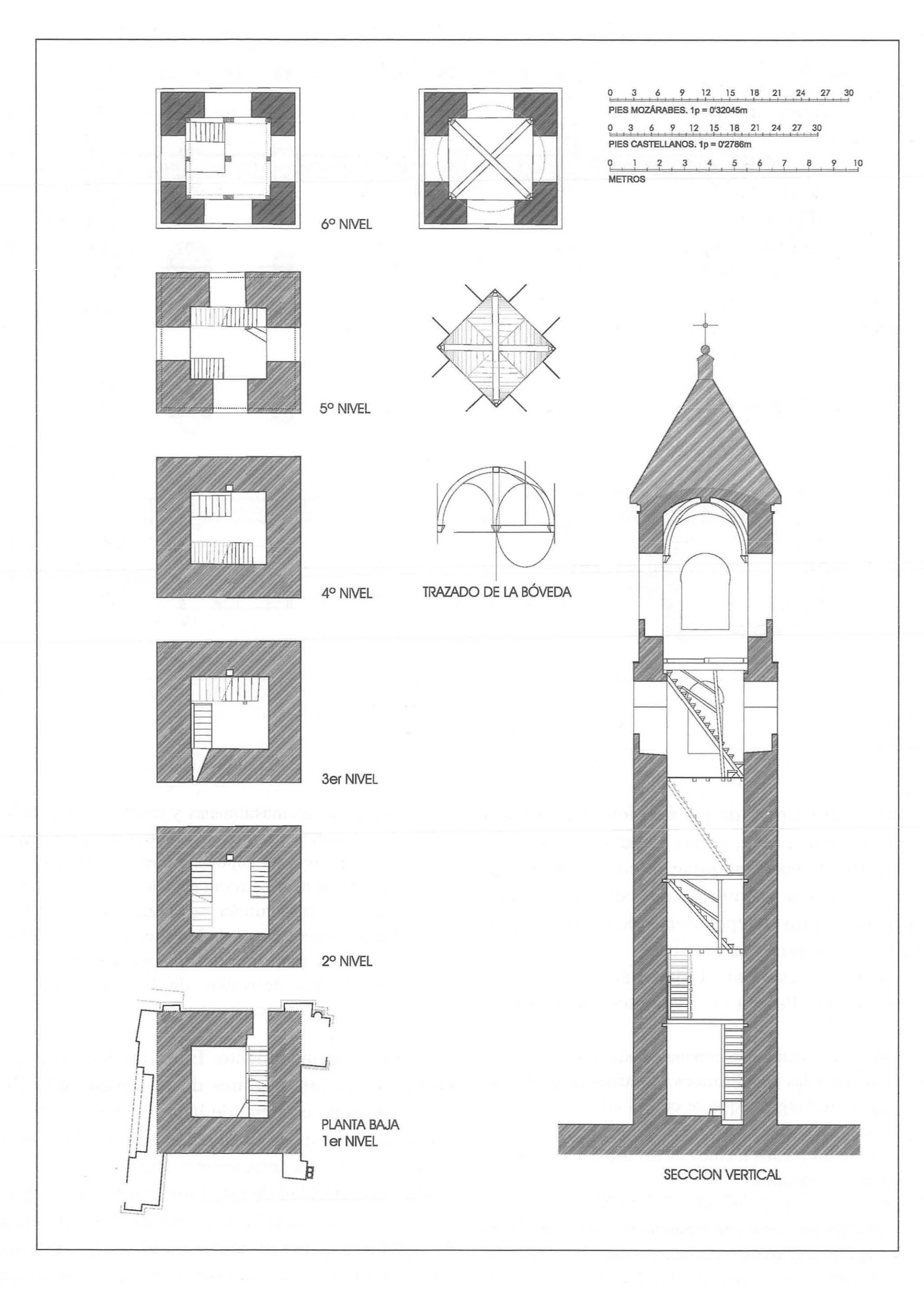


Figura 13.
San Millán. Sección

cuerpo inferior, se encuentra bastante bien conservada al interior y ello nos ha permitido medirla y dibujarla. La bóveda del arco está formada, al igual que el cuerpo de la torre, en hormigón de cal sobre un encofrado de tablillas y apea en sendas impostas de perfil quebrado, muy tosco, talladas en caliza y muy deterioradas. El arco tiene un diámetro de 1,47 m equivalente a 4,58 pies y presenta una ultrasemicircularidad de 1/3 del radio, una forma aparentemente mozárabe, bien que más cercana de lo visigodo que de lo califal; las jambas delimitan un hueco de 1,39 metros (4,33 pies), con una altura aproximada de 6 pies para un total del hueco de algo más de 9 pies, con una proporción ligeramente superior a la dupla. En la arquitectura catalana del primer románico, encontramos arcos de herradura sobre impostas muy parecidos al que nos ocupa.[8] En todo caso, los múltiples deterioros que presentan los bordes y aristas dificultan una medición precisa con conclusiones más certeras.

Por último cabe hacer referencia al sistema constructivo de los muros, sobre el que ya llamó la atención Ruiz Hernando.[9] La fábrica, de entre 4 y 4,5 pies de espesor, según los lados, está constituida por tapias de hormigón calicastrado de gran dureza, cuajadas en cofres formados por tablones de madera de notable anchura y en tramos verticales de entre 6 y 7 pies. Los cajones, enterizos uno en cada lado, se disponen independientes enfrentados por parejas, de tal manera que dos son de la longitud del cuadrado interior y los otros dos, los del sentido contrapuesto, tienen la longitud del lado exterior solapando a testa a los anteriores. Horizontalmente, entre tramo y tramo, se dispone un durmiente leñoso por lado, de 12 ˘ 9 cm aproximadamente, ensamblados en los rincones a media madera, estableciendo la trabazón angular de las tapias y sirviendo además para el anclaje de los cofres durante el hormigonado. El solape se va modificando en los niveles sucesivos, bien que sin seguir una alternancia lógica, cambiando en ocasiones a un solape en turbina.

Exteriormente la torre es irreconocible, después del revestimiento de cemento que se le colocó en los años sesenta; el problema más grave estriba en que parece prácticamente imposible la eliminación del tal revoco.

El tema de la datación de la fábrica no es fácil, encontrándonos con un intervalo de más de un siglo en el que pudo levantarse el templo al que perteneció la torre. Por determinados aspectos formales y constructivos pudiera tratarse de construcción mozárabe, debiendo situarla entonces en las postrimerías del siglo X. Sin embargo no conocemos ningún campanario de esta etapa, siendo por tanto imposible establecer analogías. Las torres más antiguas en la Península corresponden al románico catalán, aún así, según Puig y Cadafalch, ninguna es anterior a 1026 (San Martí de Canigó), o 1032 (Santa María de Ripoll). En todo caso se trata de campanarios de morfología completamente diferente del que nos ocupa y no nos sirven de punto de referencia; el modelo del segoviano habría desaparecido o tendríamos que buscarlo en los alminares y, en todo caso, colocarlo cronológicamente tras los catalanes.

Aún a salvo de una datación exacta, parece claro que la de la iglesia de San Millán de Segovia constituye la torre-campanario más antigua de Castilla.

NOTAS

1. Lojendio. Luis María de. 1979. *La España Románica. Castilla/2*, 228 y ss. Madrid: Ediciones Encuentro.
2. Merino de Cáceres. José Miguel. 2002. La iglesia de San Millán de Segovia y su parentesco con la catedral de Jaca. En *Estudios Segovianos* 102.
3. Javier Cabello estableció la teoría de que la iglesia de San Millán se había construido según el módulo-pie de Jaca de 26 centímetros, lo que unido a una planimetría no muy fiel le llevó a conclusiones muy sugerentes, pero erróneas. Siguiendo esta teoría, en el mismo error cayó quien esto escribe en un pequeño artículo publicado en *R&R*; desde aquí entono mi *Mea Culpa*. Ver Cabello y Dodero, F. J. 1949. La Parroquia de San Millán de Segovia. En *Estudios Segovianos* 1: 413–436.
4. Ver Lozoya y Cabello (1949).
5. Las obras fueron llevadas a cabo por José Antonio Arenillas Asín. Ver Fondo Documental de Proyectos de Restauración del Archivo Central del Ministerio de Cultura, signatura cajas 71.185 y 71.001.
6. Torres Balbás. Leopoldo. 1981. La progenie hispanomusulmana de las primeras bóvedas nervadas francesas y los orígenes de las de ojivas. En *Crónica de la España musulmana*, 3: 398–410. En *Obra dispersa, 1. Al-Ándalus*, 76–88. Madrid: Instituto de España.
7. Lambert, E. Les premières voûtes nervées françaises et les origines de la croisée d'ogives, En *Revue Archéologique* (novembre-decembre 1933): 235–244.
8. Ver concretamente San Martí de Fonollar y Nostra Senyora de Vida, en el Rosellón.
9. Ruiz Hernando, José Antonio. 1988. *La arquitectura de ladrillo en la provincia de Segovia, siglos XII y XIII*, 18–19. Segovia: Excma. Diputación Provincial de Segovia.

Un monasterio cisterciense en el Bierzo

Susana Mora Alonso-Muñoyerro

La tradición nos habla de que el rey Veremundo[1] cedió unas de sus posesiones en la región del Bierzo, a los monjes que huían de las incursiones de Almanzor, así como que los orígenes de esta primera fundación están en torno al 990.[2] Pero es el año 1138 el generalmente aceptado[3] como de «refundación» por la Infanta doña Sancha, hermana del rey Alfonso VII el Emperador, uniendolo al vecino cenobio de Santa Marina de Valverde, en Corullón. Los hábitos negros benedictinos, se cambian por los blancos cistercienses, y el monasterio hasta entonces dedicado a San Salvador pasa a la advocación de Santa María. Se le conceden amplios privilegios, donaciones y apoyos por parte de monarcas de León y Castilla (Fernando II, Alfonso IX, Fernando III, etc.).[4] El P. Quintana dice que a partir de la «refundación» del año 1138, llegaron a Carracedo monjes procedentes de Claraval, con objeto de ir estableciendo las constituciones cistercienses en el monasterio berciano. La mayoría de los historiadores, señalan el año 1203 como el de incorporación definitiva de Carracedo a la orden del Cister francesa.[5] El monasterio de Carracedo adquiere una gran importancia y se convierte en cabeza de numerosas filiales, pero a mediados del siglo XIV, el cenobio comienza a decaer a la vez que se produce la relajación monástica. A mediados del siglo XV aparece la figura del Abad Comendatario.[6] El año 1505 Carracedo se adhiere a la Congregación de Castilla, nacida de la reforma del Cister hispano, iniciándose otra etapa de esplendor, y permaneciendo unida a aquella hasta 1835, en que todas las comunidades fueron disueltas como consecuencia de las leyes desamortizadoras del gobierno Mendizabal.

Durante los siglos XVI, XVII y XVIII se amplían y renuevan las dependencias del monasterio. En 1796 se acomete la construcción de una nueva iglesia superponiéndola a la antigua, que al parecer se había quedado pequeña. Pero las obras quedaron interrumpidas como consecuencia de la Guerra de la Independencia.

La invasión francesa, la desamortización, los usos inadecuados, la ruina y el abandono que el monasterio sufre desde 1835 a 1987 fueron dejando sus huellas en el edificio que, a la vez que sus heridas, también nos fué mostrando su imponente osamenta.

El haber podido trabajar en su restauración[7] (magnífica oportunidad para el conocimiento y estudio de los edificios) nos dió la posibilidad de acercarnos a sus fábricas en profundidad y de poder observar sus muchas singularidades, de algunas de las cuales, pasados ya algunos años, querría dejar constancia.

Sus fábricas

La planta del monasterio, conserva casi por completo el esquema tipo de una abadía cisterciense. Las excavaciones arqueológicas, iniciadas al comienzo de las obras de restauración y que fueron desarrollandose a la vez que estas, nos lo evidenciaron.[8] En torno a un

gran claustro, el reglar, se disponen los distintos espacios.

La iglesia al norte; al este, la Sacristía, la Sala Capitular, el locutorio, el pasaje, la actual escalera, que debe ser una modificación de alguna antes existente de acceso a la planta alta (donde se conservan estancias de gran interés). Al sur, el Refectorio, las cocinas, la cillerería, y alguna estancia modificada en el siglo XVI como otras zonas del monasterio, que podría corresponder al antiguo calefactorio. El ala oeste, destruída, correspondía al ala de conversos, posiblemente hasta el siglo XIV.

La mayoría de los autores que han tratado el tema, desde el punto de vista documental, afirman que de esos supuestos orígenes, (Siglo X) no se ha conservado ningún resto material.[9] Pero desde nuestras primeras visitas, durante la toma de datos y los trabajos arqueológicos, así como durante las obras de restauración, observamos circunstancias que nos llamaron la atención.

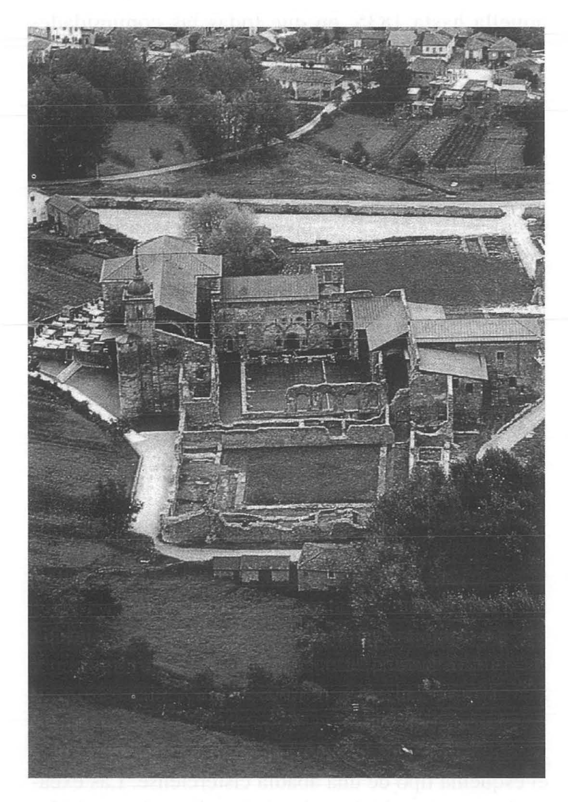


Figura 1
El Monasterio. En primer término las ruinas del claustro de de la Enfermería

Pasado algún tiempo, tras volver a la observación de sus fábricas, a la lectura de sus paramentos, etc., volvemos a repasar algunas de ellas, para tratar de encontrar alguna posible interpretación.

El ala oriental del claustro reglar

Este ala, se manifiesta de forma muy distinta desde el exterior del recinto que desde el interior del claustro reglar.[10] Es esta una de zonas del monasterio donde aparecen un mayor número de elementos singulares.

Llama la atención al aproximarnos desde el exterior, un elemento con aspecto de torre, cuya fachada remata con refuerzos de sección circular a partir de una determinada altura (fig. 2). La cubierta de este elemento se presenta a dos alturas, una zona más elevada hacia el exterior del recinto, que cubre la estancia conocida como «oratorio»[11] y otra zona más baja hacia el claustro, que cubre el espacio contiguo abovedado.



Figura 2.
Ala oriental del claustro reglar desde el exterior, antes de la restauración

En los muros que limitan lateralmente aquel, se abren una serie de huecos entre los cuales, uno apuntado, podría corresponder a una antigua puerta (fig. 3). Desde el interior de la estancia contigua, conoci-

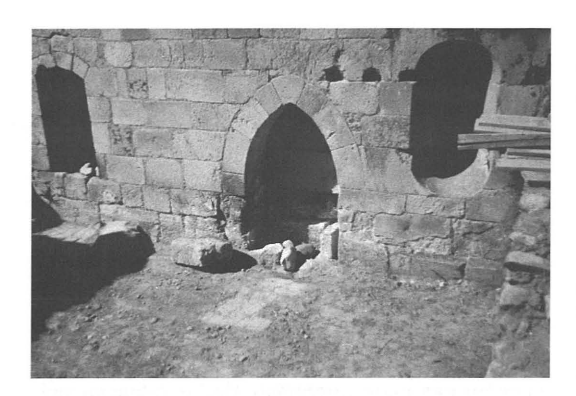


Figura 3
Huecos en el muro lateral sur de la «Cocina de la Reina» desde la cubierta del «Oratorio»



Figura 5
El ala oriental del claustro reglar. A la derecha, sin cubierta, el espacio torreado

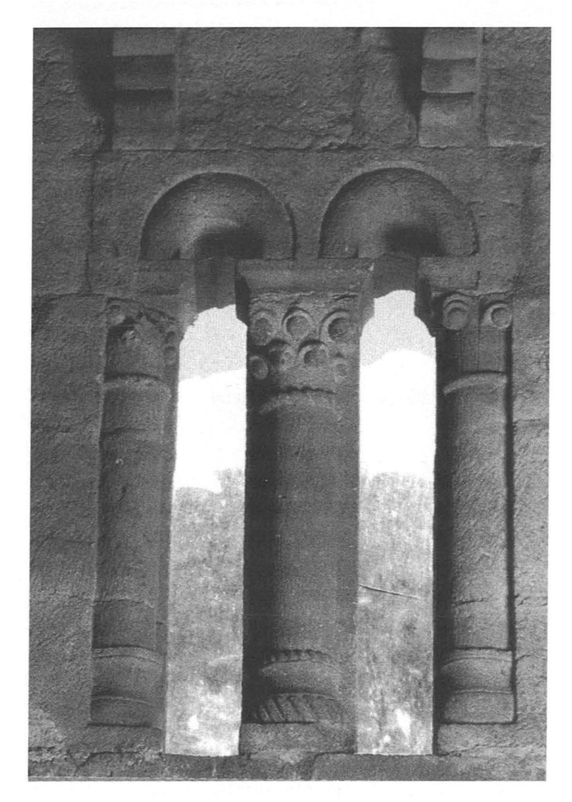


Figura 4
Hueco desde el interior de la «Cocina de la Reina»

da como «Cocina de la Reina» se observan señales de un posible peldañeado, hoy desaparecido. Otro hueco con aspecto arcaico en su doble arco, remata al interior con canes y cornisa, como si esta estancia hubiera tenido antes una altura menor (fig. 4).

Observando desde el claustro el ala que comprende el espacio torreado, en una primera visión este no se evidencia, pero haciendolo con detenimiento, vemos que se conservan varios canes, alguno de ellos en esquina, confirmando que en algún momento de su historia, este elemento se elevaba sobre las construcciones de su alrededor (fig. 5).

Hacia el exterior, este espacio torreado se nos ofrece practicamente «abierto» de arriba abajo, presentando huecos de muy distintas dimensiones . . . , alguno de ellos cegado (fig. 6). Desde arriba, el primero que encontramos es un gran hueco rectangular, adintelado y de muy importantes dimensiones; a continuación, y hoy cegado, se abría un hueco estrecho y largo, parecido a una aspillera; le sigue un importante rosetón por sus dimensiones y labra, pero del que extraña su situación, a una altura muy baja, ya no desde el exterior, sino desde el interior de la estancia («oratorio», luego «panera» . . .) casi al ras del suelo. Sobre el rosetón, solo un elemento lo separa del hueco cegado, y es una estupenda pieza de cantería, representando a un hombre que levanta los brazos para sostener algo (fig. 7).

A un lado de esta pieza, otra de cantería parece reutilizada, movida de una posición anterior; su forma, con una pequeña ménsula así lo delata. Bajo el

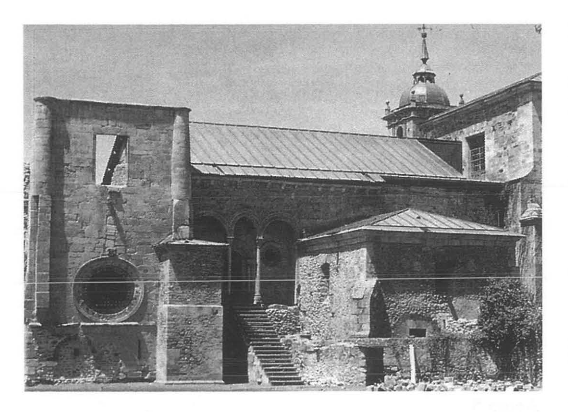


Figura 6
El ala oriental del mismo claustro visto desde el exterior del recinto

rosetón, un arco de medio punto acoge un hueco, cegado, que correspondería al pasaje, comunicando el claustro reglar con el patio exterior. Junto a él, el locutorio, de acuerdo con la tipología en planta de un monasterio cisterciense y en el que una pequeña ventana alargada y abocinada se abre al exterior.

ALGUNOS DE LOS ESPACIOS INTERNOS: EL «ORATORIO», LA «COCINA DE LA REINA»

En el interior del espacio torreado y su entorno se encuentran una parte importante de las estancias más nobles, entre ellas el llamado «Oratorio» y otra habitación, cubierta con bóveda apuntada, en cuyo suelo apareció un capitel durante las obras de restauración (fig. 8).

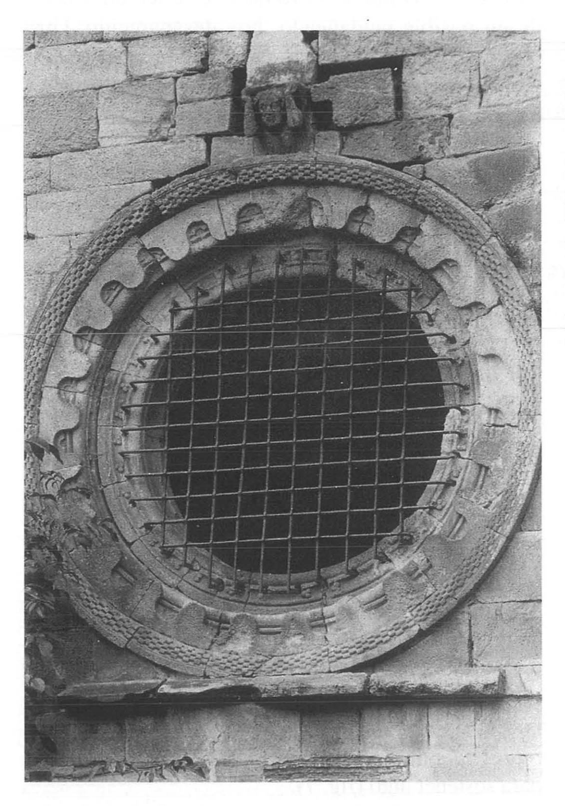


Figura 7
Aspecto del rosetón y de la interesante pieza de cantería sobre ella



Figura 8
El capitel hallado en la sala abovedada

Es también interesante la diferencia de niveles entre los suelos de estas estancias. Desde el «Oratorio» (al que se accede actualmente por una amplia escalera del siglo XVI), se pasa a la sala de la bóveda apuntada a través de una puerta a su nivel (fig. 9). Pero desde el «Oratorio» a la «Cocina de la Reina», se accede por una empinada escalera, cobijada en el grosor del muro en el que se abre una pequeña pero interesante puerta. De la «Cocina de la Reina» se pasa a la sala abovedada por un hueco desde el que hay que saltar al no existir peldañeado alguno (fig. 10).

Sobre la Sala Capitular, se sitúa el espacio conocido como «Cocina de la Reina», actualmente cu-

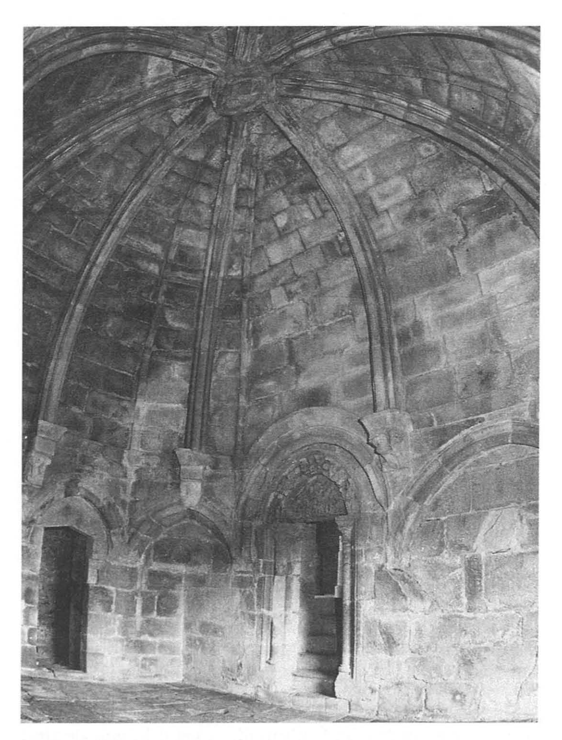


Figura 9
El Oratorio, y los accesos a la Cocina de la Reina y a la sala abovedada

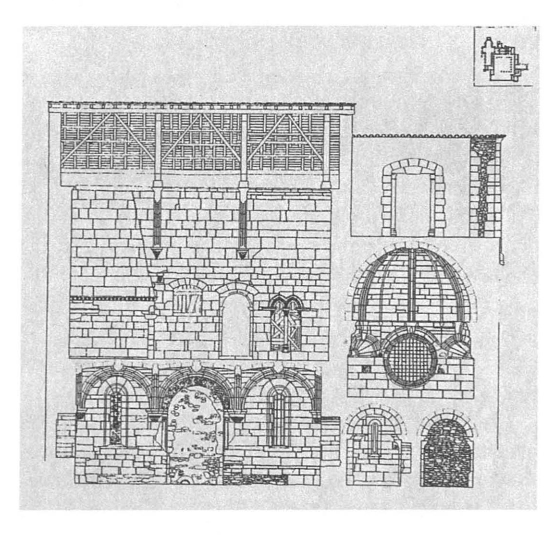


Figura 10
Sección transversal del ala oriental del claustro.(Dibujo del Proyecto de Restauración)

bierto con la techumbre de madera de la restauración de D.Luis Menendez Pidal, en los años 60. El interior de la «Cocina de la Reina», queda dividido en nueve espacios por cuatro columnas sobre cuyos capiteles se apoyan cuatro arcos enjutados. Las columnas tienen unas altas basas formadas por cuatro piezas (fig. 11).

En una de sus paredes, como hemos dicho ya, se observan signos de un posible peldañeado de subida a la torre, y huecos que evidencian que esta, en algún momento de su historia, se elevaba sobre las construcciones anejas (fig. 12)

En los muros que delimitan perimetralmente este espacio de planta cuadrada, se observan cambios en sus fábricas a partir de una determinada altura, especialmente en el tipo de piedra, coincidiendo con la situación de unas ménsulas que hoy no tienen utilidad, pues sobre ellas, se eleva una segunda ménsula,

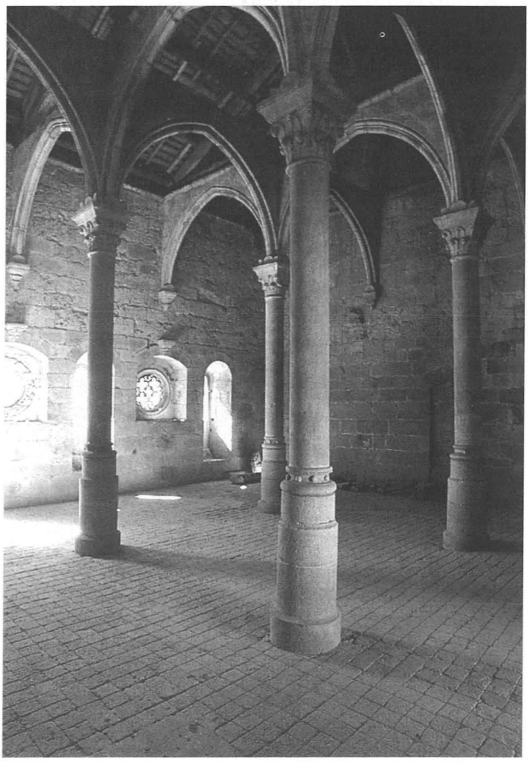


Figura 11
Interior de la «Cocina de la Reina»

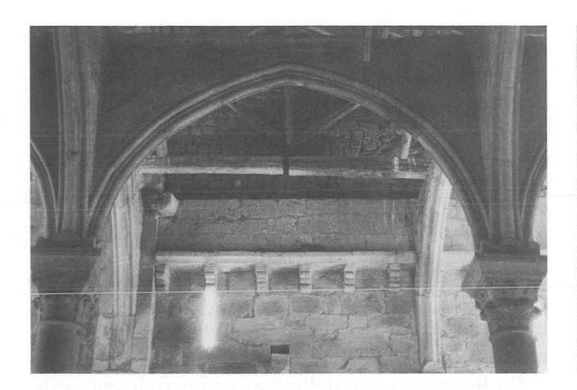


Figura 12
Elementos singulares en la «Cocina de la Reina»



Figura 13
Huecos en el ala oriental, abiertos hacia el claustro reglar

arranque de los arcos. La distancia entre ambas ménsulas, coincide con la altura de la basa de las columnas.

En otro de los muros laterales, el contiguo a la Sacristía, una puerta cegada, nos indica la comunicación que existió entre ambas estancias previa a la ampliación de aquella, en el siglo XVI. Cuando tuvimos acceso al espacio existente sobre la bóveda de la actual Sacristía, pudimos observar que en el paramento que linda con la Iglesia existía un resalto en forma de canal, que podría corresponder al límite de la cubierta primitiva, en su unión con la probable antigua estancia del campanero.

En la fachada exterior de esta ala oriental hacia el claustro, se manifiestan las huellas del paso del tiempo, con una serie de elementos superpuestos, etc.,que hoy las heridas permiten ver. También aquí se observa el cambio del tipo de piedra en sus fábricas, a partir de una determinada altura. Una importante junta recorre horizontalmente el paramento y más abajo, una hilada de sillares de menor altura, podría querer ocultar la huella de algún elemento anterior (¿Un primer piso de un primitivo claustro?).

Hacia el claustro se abren dos huecos estrechos y largos; otro de grandes dimensiones, parece haberse ampliado a partir de uno inicial similar a los dos anteriores. En los espacios entre estos tres huecos se abren dos rosetones (fig. 13).

La «Cocina de la Reina», se abre al exterior del recinto monacal, a lo que en algún momento pudo ser tercer patio abierto, donde también se localizaría la habitación de los «truques», a través de una maravillosa galería, conocida como Galería de la Reina (fig. 14). Galería con tres arcos, el central apuntado y los laterales de medio punto, que apoyan sobre dos columas con sus capiteles, todo ello con un cierto sabor asturiano. Esta galería, parece haberse adosado al edificio existente. Al desmontar la cubierta de pizarra, se pudo observar que la pendiente de aquella, entestaba, cegándolo parcialmente, en un hueco de uno de los paramentos laterales de la «Cocina de la Reina» (fig. 15).

Posibles interpretaciones

Todo lo descrito, podría obedecer a la evolución sufrida desde esos orígenes inciertos hasta el siglo XIII, puesto que las modificaciones posteriores, especialmente las de los siglos XVI y siguientes parecen más claras. El claustro reglar, con las bóvedas y arquerías de ladrillo que irrumpen violentamente sobre la fachada de la Sala Capitular, la modificación de la Sacristía, el Refectorio, la estancia en el lugar del antiguo calefactorio, etc., la cillerería y sus anejos. Y por supuesto, la nueva Iglesia, reutilizando dos de las tres naves de la iglesia antigua.

El primer monasterio ¿podría haber tenido un claustro reglar con sus alas de una sola altura, en correspondencia con la hilada desigual donde aún pueden intuirse los mechinales donde acometerían los pares de madera?. En la fachada oriental, se abrirían hacia el claustro los tres huecos estrechos y alargados, de la actual «Cocina de la Reina». Este espacio,



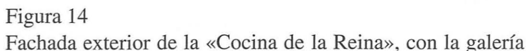


Figura 14
Fachada exterior de la «Cocina de la Reina», con la galería

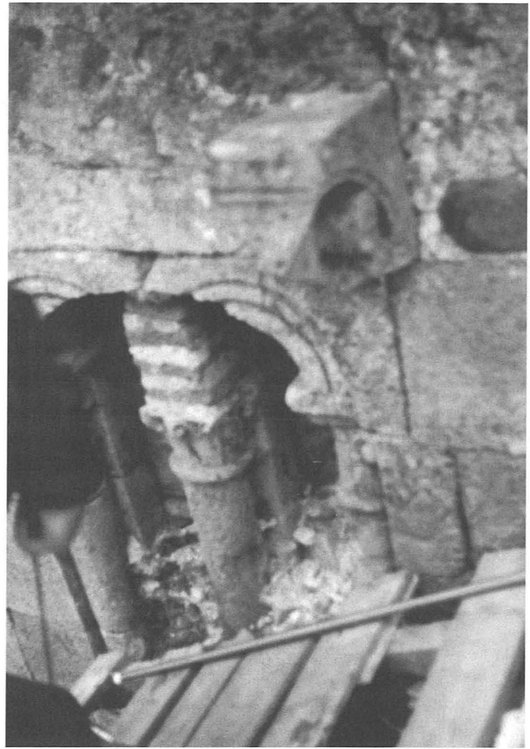


Figura 15
Aspecto del hueco, puesto en evidencia durante las obras

inicialmente podría haber tenido una cubierta abovedada, sobre arcos que arrancarían de las ménsulas bajas que se conservan en las paredes, y de los capiteles de las columnas, cuyas basas serían sensiblemente más bajas. La altura y pendiente de la cubierta de este ala del claustro reglar del monasterio, quedarían definidas por la canaleta hallada en el muro lateral de la iglesia en su encuentro con la Sacristía actual.

¿Una división en altura de la estancia que conocemos como «Oratorio» y la compartimentación en sentido longitudinal del nivel inferior, para la formación del pasaje y locutorio propios de la tipología cisterciense, podría corresponderse con la fase de adecuación previos al ingreso en la orden?

Más tarde, probablemente en el siglo XIII sería cuando se elevaría la altura de la «Cocina de la Reina», construyéndose la techumbre de madera de la que quedan restos en el Museo de San Marcos de León. Para ello, se alargarían las basas de las columnas y se construirían las segundas ménsulas, situándolas a mayor altura que las originales y a imitación de estas. Posiblemente sería entonces cuando se abrieran los rosetones hacia el claustro y se construyera la maravillosa Galería de la Reina.

NOTAS

1. Bermudo II el Gotoso era hijo de Ordoño III, rey de León, quien en ese lugar poseía una quinta de recreo.
2. La fecha de 990 ha sido aceptada por la historiografía tradicional como el P. Florez, el P.Yepes, D.Emilio José Prieto, Fray Justo Perez de Urbel, etc., apoyándose en el documento de fundación redactado por Sampiro, cronista de la monarquía leonesa, Obispo de Astorga y amigo de niñez del rey. Historiografía más actual, con D.Augusto Quintana al frente, señala el año 992,

como el de fundación, basandose en que el pontificado del Obispo Jimeno se desarrolla del 992 al 1028. El Padre Cocheril adelanta la fundación al año 984.

3. 1138 es la fecha que da el P.Florez.
4. Según autores como Jose Antonio Iglesias Arias.
5. Cartulario de Carracedo. Archivo Diocesano de Astorga. (Copia del Año 1792)
6. Esto trae consigo abandono e intrigas; el primero de estos abades, D. Luis Osorio, rige el monasterio desde Astorga.
7. Proyecto de restauración y dirección de las obras, en que agradezco al profesor Perez Arroyo haber podido intervenir. Fueron años de trabajo, desde 1985, en que empezamos la toma de datos, prosperando gracias, entre otros, a la Excma. Diputación Provincial de León, y a su Presidente D.Alberto Perez Ruiz, y a la Consejería de E. y Cultura de la Junta de Castilla y León, y a su Arquitecto Territorial en León D.Javier Ramos Guallart.
8. Las excavaciones, de gran interés, fueron dirigidas por D. Fernando Hernandez Miguel.
9. Quintana Prieto entre otros, se refiere así al monasterio «La arruinada grandeza de Carracedo nos permite contemplar una sucesión de estilos y épocas que nos llevarán del Románico hasta el Barroco y el Neoclásico».
10. Es en esta zona donde nos centraremos, pues es la que más incognitas se abren.
11. Los nombres con los que se conocen los espacios, van cambiando a lo largo del tiempo, según lo hacen sus usos, y de ello dejan constancia los legajos de archivo, en especial los de cuentas del AHN. El «Oratorio», en algún momento pasa a conocerse como «Panera». Esto nos da también idea del «respeto» que merecieron estos espacios.

LISTA DE REFERENCIAS

Actas. 1990. *Actas del Congreso Monacato Berciano*. Ponferrada: Instituto de Estudios Bercianos.

Archivo Diocesano de Astorga. *Cartulario del Monasterio de Carracedo*. Manuscrito.

Archivo Histórico Nacional. Sección Clero. Pergamino 1.251, carpeta 831.

Archivo Histórico Nacional. Sección Clero. Papeles, 24 legs.,sign.2.515–30.

Archivo Histórico Nacional. Sección Clero. *Libro de Obras*, 1.781–1.835 sign.4.821.

Archivo Histórico Nacional. Sección Clero. *Libro de Caja*, 1.824–1.835 sign.4.805.

Bravo, Miguel. 1907. *Documentos curiosos: colección de privilegios, cartas,escrituras, apeos, inventarios, relaciones y otros documentos antiguos, interesantes para la historia de León*. León.

Cocheril, M. P. 1964. Los cistercienses en la península Ibérica. *Anuario de Estudios Medievales*. Barcelona.

Cocheril, M. P. 1974. La llegada de los monjes blancos a España y la fundación de Sandoval. *Tierras de León*, año 14, 19.

Cosmen Alonso, M. C. 1987. *El arte románico en León*. Tesis inédita. Universidad de León.

Dimier, A. 1949. *Recueil de plans déglises cisterciennes*. 2 vols. Grignan et París.

Duby, G. 1979. *Saint Bernard, l´art cistercien*. París.

Durany, M. 1989. *La región del Bierzo en los siglos centrales de la Edad Media, 1070–1250*. Universidad de Santiago.

Fernandez Gonzalez, E. 1982–1983. El arco: tradición e influencias islámicas y orientales en el románico del Reino de León. *Awraq*, 5–6.

Fernandez Gonzalez, E. 1982. El Cister en el valle asturiano de Boiges en el primer tercio del siglo XIII. Aspectos histórico-artísticos. En *Semana de historia del Monacato castellano-astur-leonés*. Oviedo.

Florez, E. 1762. *España Sagrada*, 16. Madrid.

Gomez Moreno, M. 1925 [1979]. *Catálogo Monumental de españa. Provincia de León*. Ed facs. León.

Goutagny, E. 1963. L'abbaye de Carracedo et son affiliation a l'ordre de Citeaux. *Citeaux*, 14.

Janauschek. 1877 [1979]. *Originum Cisterciensium*,1. Viena. (*La regla de S.Benito*. ed. facs. Madrid: Edit. Garcia Colombas.

Lekai, L. J. 1987. *Los cistercienses. Ideas y realidad*. Barcelona.

Losada Carracedo, J. 1908. *Los monasterios del Bierzo*. La Coruña.

Martín, E. 1953. La entrada del Cister en España y San Bernardo. *Cistercium*, 28.

Manrique, Fr. A. 1642–1694. Anales cistercienses. *Lugdunum*. 4 vols.

Mendoza, Fr. B. *Synopsis seu brevis notitia Monasteriorum Congregationis Hispaniae Cisterciensis, Castellae et Legionis dictae et alias S.Bernardi*. Palencia: Manuscrito de la biblioteca de San Isidoro de las Dueñas.

Perez Embid, J. 1986. *El cister en Castilla y León. Monacato y dominios rurales (s. XII-XV)*. Salamanca.

Perez de Urbel, Fr. J. 1934. *Los monjes españoles en la Edad Media*. Madrid: CSIC.

Perez de Urbel, Fr. J. 1952. *Sampiro.Su crónica y la monarquía leonesa en el s. X*. Madrid: CSIC.

Prieto, E. J. 1916. *Datos para la historia de Carracedo*. 2 vols. Archivo Diocesano de Astorga. Manuscrito. (sin sign.)

Puyol, J.1929. *El monasterio de Carracedo*. Madrid.

Quintana Prieto, A. 1968. *El obispado de Astorga en los s.IX y X*. Astorga.

Quintana Prieto, A. 1977. *El obispado de Astorga en el s.XI*. Astorga.

Quintana Prieto, A. 1985. El obispado de Astorga en el s.XII. Astorga.
Quintana Prieto, A. 1983. La regla de S.Benito en el Bierzo. *Temas Bercianos*, 1. Ponferrada.
Quintana Prieto, A. 1971. La reforma del cister en el Bierzo. Archivos Leoneses, 25.
Quintana Prieto, A. 1962. Carracedo. *Tierras de León*, 3.
Quintana Prieto, A. 1983. Carracedo, congregación autónoma durante más de medio siglo. *Temas Bercianos*, 2.
Quintana Prieto, A. 1990. *La fundación del monasterio de Carracedo*. Ponferrada: Instituto de Estudios Bercianos.
Quintana Prieto, A. 1990. Los monasterios del Bierzo Bajo. Ponferrada: Edit Bergia.
Valle Perez, J. C. 1978. La arquitectura cisterciense: sus fundamentos. *Cistercium*. Año 30, 151.
Valle Perez, J. C. 1982. *La arquitectura cisterciense en Galicia*. 2 tomos. La Coruña: F.B.de la M.
Willibrord Tyburg, Fr. Mª. 1964. San Bernardo y la propagación de usos: la orden cisterciense en España. *Cistercium*. Año 16, 90.

Fuentes documentales para el estudio de la evolución del espacio en los edificios de baños desaparecidos desde la época romana hasta nuestros días en la meseta sur

Mónica Morales Segura

Situados, casi siempre, en los márgenes del río ya desde la época romana venían utilizándose para mejorar la salud de quien tomara o se bañara en sus aguas. El tiempo de distinta manera ha ido tratando a estos complejos y si bien, algunos durante todos estos siglos hasta nuestros días han estado en funcionamiento con más o menos esplendor, otros han desaparecido sin dejar rastro y otros –en parajes poco frecuentados- mantienen algo de lo que fueron perdidos entre la vegetación y quizá se vean recuperados en breve y se volverá a poder disfrutar del agua que mana de sus manantiales.

Esta comunicación versará sobre las fuentes documentales utilizadas para el estudio de cómo han sido los espacios de los establecimientos de baños terapéuticos situados en los márgenes del río Tajo, así como una breve descripción de esos y de su situación actual.

Para saber de la existencia de los balnearios las fuentes documentales empleadas han sido fundamentalmente las guías de medicina que los médicos utilizaban para prescribir a sus pacientes aquejados de las más diversas dolencias. Estas guías, aunque su vocabulario es muy alejado al de la arquitectura, su estructura nos es de gran ayuda para la investigación. De publicación anual podemos encontrarlas en las consultas médicas desde el siglo XIX; denominadas como Anuario Oficial de las Aguas Minerales de España en un formato manejable, semejante al de una guía de viajes, recogían de manera sistematizada todos los establecimientos balnearios existentes en la península.

Además de estos anuarios existen guías publicadas de manera esporádica por médicos que también recogían los establecimientos existentes, estas son también documentos interesantes para este trabajo pero por su menor regularidad han supuesto una fuente menos provechosa. Además se cuenta también con las publicaciones de los viajeros que, en distintas épocas, recorrían la península escribiendo sobre todo aquello que encontraban a su paso. Los cronistas reales son también una fuente de información sólo que este caso hay que tomarla de manera reservada ya que su versión podría estar en ocasiones influida ya que eran enviados por el rey que esperaba recibir noticias determinadas. En un grado más avanzado de la investigación se ha contado con las guías especificas que los establecimientos publicaban para darse a conocer y ofrecer sus servicios, siempre escritas por personajes ajenos al mundo de la arquitectura.

Los anuarios médicos, antes citados, por tipos de aguas recogían el listado de los balnearios existentes en ese momento en la península ibérica. De manera esquemática y siempre en el mismo orden proporcionaban las siguientes informaciones:

- Localización, además de la dirección, la latitud y longitud, explicaban la relación del complejo con el pueblo o ciudad cercano, así como una descripción del paraje, del lugar del río o del bosque.
- Modos de acceder, ya fuera mediante transporte público —diligencias— o particular, especi-

ficando los horarios y los periodos de funcionamiento.

- Descripción de la infraestructura, no sólo a nivel de los baños y los tratamientos, sino de las residencias, comedores y otros servicios anexos. Solía informar también del número de edificios y pabellones explicand a qu se dedicaba cada uno.
- Servicios que se prestaban y precios de estos.
- Tipo de aguas, el más importante dado el uso de la guía pero el menos interesante para nuestra investigación. Se definía con exactitud el número de manantiales, el caudal, la composición de las aguas y la beneficencia que producían.
- Comentario general del funcionamiento del establecimiento. Este punto vuelve a ser interesante para nuestra investigación, ya que se solía describir el estado de los edificios y las instalaciones más que el trato o los resultados obtenidos.

Según el anuario de 1889, que ha sido el elegido para la investigación encontramos en cuatro de las provincias por las que discurren las aguas del Tajo establecimientos balnearios en funcionamiento.

Desde el nacimiento hasta su paso a Portugal por provincias encontramos los siguientes complejos de aguas termales:

balneario	localidad	provincia
Alcantud	Alcantud	Cuenca
Solán de cabras	Beteta	Cuenca
La isabela	Sacedón	Guadalajara
Carlos III	Trillo	Guadalajara
La maravilla	Loeches	Madrid
La margarita	Loeches	Madrid
La concepción de peralada	Velilla de San Antonio	Madrid
Torres	Torres	Madrid
El molar	El Molar	Madrid
Baños de Montemayor	Baños de Montemayor	Cáceres
El salugral	Hervás	Cáceres
San gregorio de brozas	Brozas	Cáceres

A continuación se expone de cada uno de los balnearios una somera descripción histórica, para ello se han clasificado en cuatro grupos que son los siguientes:

- Los que se han mantenido y funcionado desde su construcción y uso hasta nuestros días.
- Los que en algún momento se vieron abandonados y en la actualidad están recuperados.
- Los que se vieron abandonados y es imposible su recuperación.
- Los que se vieron abandonados y su recuperación es posible y se va a llevar a cabo.

1º GRUPO: SIEMPRE EN FUNCIONAMIENTO

- Solán de Cabras (Cuenca)
- Baños de Montemayor (Cáceres)

La beneficiencia de las aguas embotelladas del balneario de Solán de Cabras llega prácticamente a todos los puntos de la península ibérica e incluso atraviesa sus fronteras. Su fama, unida a la continuidad en su funcionamiento nos lleva a apartarlo de este trabajo que pretende investigar las recuperaciones de los citados complejos de baños terapéuticos.

Baños de montemayor

Al norte de la provincia de Cáceres se encuentra un ejemplo claro de antiguo balneario rehabilitado y ampliado que actualmente se encuentra en uso. Se trata del de Baños de Montemayor situado en el pueblo de mismo nombre cuya fundación fue romana. Gracias a las rehabilitaciones realizadas en el año 2000 se han podido confirmar por los descubrimientos arqueológicos durante las obras, la gran importancia de estas termas romanas, que se estiman de la época republicana y por lo tanto posiblemente de las más antiguas de la Península Ibérica. Su primera utilización, tanto por parte de los militares y funcionarios venidos de Roma como por la población ya existente, se cree que fue en el siglo II a.C. Este recinto termal se siguió utilizando en épocas posteriores debido a la buena comunicación con que contaba y cuenta a través de la Ruta Vía de la Plata, la actual N-630.

A lo largo de los siglos XIX y XX se han realizado modificaciones y ampliaciones de importancia en el

balneario y a principios de la segunda década del siglo XX se construyó un hotel junto al mismo que lleva el mismo nombre. En 1995 frente a al primitivo balneario se construyó un edificio para complementar las necesidades del antiguo. El primitivo edificio se rehabilitó totalmente, conservando las estructuras originales, recuperando las primitivas termas romanas y construyendo un museo donde se puede ver la terma primitiva, restos de arquetas, distintas bañeras antiguas, pilas, etc

Desde siglos el agua maná y lo seguirá haciendo por dos manantiales, el Columna y el Arqueta, que brotan en el interior del edificio antiguo donde además de poder disfrutar de la beneficencia de sus aguas se puede, en su museo y piscinas termales, volver con la mente a la época romana.

2º GRUPO: RECUPERADOS

- Alcantud (Cuenca)
- San Gregorio de Brozas (Cáceres)

Alcantud

En el margen izquierdo del río Guadiela a cinco kilómetros y medio aproximadamente de la población de Alcantud existen dos manantiales de agua que brotan en forma de hervidero. Se denominaban uno de Confesonario y el otro más abundante de la Margarita. El complejo termal se vio cerrado a principios del siglo XX por la Dirección General aunque sus aguas desde 1845 habían sido declaradas de utilidad pública. En la actualidad se ha recuperado este espacio lúdico-terapeútico y se vuelve a poder disfrutar del entorno natural así como de la bondad de las aguas que bebidas mejoran el aparato digestivo y las afecciones cardiacas y en forma de baños ayudan a las dolencias de tipo reumático y artrítico.

Balneario de san gregorio de brozas

Aunque las aguas que manaban cerca del río Greña eran de utilidad médica y venían utilizándose desde la época romana nunca Brozas hasta el año 2000 ha contado con unas instalaciones satisfactorias para el aprovechamiento del manantial. A lo largo de la historia son constantes las crónicas que hablan del mal estado del balneario y de la necesidad de su mejora. Los anuarios oficiales de aguas medicinales utilizados por los médicos para aconsejar a sus pacientes así lo denuncian, léase por ejemplo la descripción que de él hace el anuario de 1889: « . . . es tal el abandono, que apenas hay tejas en la cubierta y faltan algunas puertas y ventanas, sufriendo los enfermos toda clase de molestias. Este balneario no merece figurar entre los oficiales».

En la actualidad el complejo se ha visto recuperado y ampliado, no queda nada de los primitivos edificios porque como comentamos el deterioro progresivo acabó con ellos, En este caso el apoyo del ayuntamiento ha sido fundamental para la recuperación de este espacio del que sus aguas han venido siendo utilizadas por sus efectos medicinales durante siglos.

3º GRUPO: PERDIDOS PARA SIEMPRE

- La Isabela (Guadalajara)
- La Maravilla (Madrid)
- La Margarita (Madrid)
- El Molar (Madrid)
- Torres (Madrid)
- La Concepción de Peralada (Madrid)

Balneario de la isabela

Para este balneario se ha contado con una información valiosa para conocer como era, además de beneficiarnos de los planos del proyecto generales del Real Sitio se ha contado con la publicación de un manual para el bañista que escribió en el año 1846 don Basilio Sebastián Castellanos de Losada anticuario, profesor de arqueología y director del Museo Arqueológico Nacional. En unas doscientas páginas informa al viajero de todo lo relacionado con el balneario constituyendo la publicación una guía para conocer el establecimiento con todo detalle. A continuación hemos extractado la información encontrada en este manual.

En el término municipal de Sacedón, bajo el embalse de Buendía, encontramos otro de los lugares de la Cuenca Hidrográfica del Tajo dónde desde épocas romanas se venía utilizando como lugar de baños. A

más o menos ocho kilómetros de la población en el margen del Guadiela, en una vaguada, cuenta el monje benedictino Hauverto Hispalense en el Cronicon que el capitán Vivius Serenus procónsul de España en el año 4000 de la creación del mundo –15 a.c. había sanado gracias a las aguas. También Mariana en su historia de España nos cuenta curaciones de los años anteriores a Cristo. En la época de irrupción de los bárbaros en la península ibérica debieron perderse los baños y fueron los árabes los que los reedificaron porque se tiene constancia de que Ali-Ben-Adelragman el Jahachary se libró de una hidropesía en el 940 d.c. Siguieron los baños prosperando durante la época musulmana ya que este pueblo, igual que el romano, tenía gran tradición en la toma de baños. Es bajo el mandato de Alfonso VI cuando se destruyen debido a que se creía que el agua debilitaba el valor de los soldados.

Felipe II mandó a su cronista Ambrosio de Morales a que visitase y le contase como eran los baños de Sacedon, es nos hace suponer que en esta época debían a ver vuelto a ser célebres. Ni en su reinado ni en los siguientes se hicieron obras para su mejora y fue ya en el reinado de Carlos II, cuando su madre doña María de Austria mandó reparar el edificio primitivo. No consiguió que las obras prosperaran y diez años después don Pedro Niño de Guzmán, marqués de Montealegre, continuó con ellas. Muerto el marqués la reconstrucción se paró estando cincuenta años después arruinados los baños.

No es hasta los tiempos de Fernando VII, al levantarse el Real Sitio de la Isabela, cuando se reconstruirían definitivamente los baños. Por iniciativa de su mujer doña Isabel de Braganza, que había sanado por la toma de las aguas, se emprendió el proyecto de crear una población alrededor de ellos. Se encargó el proyecto a un arquitecto de cámara, este planeó sobre una planicie artificial unas 26 manzanas cuadradas que albergaban: casas para colonos, un real palacio, una casa de oficios, otra de real servidumbre, un cuartel de guardias de corps, de cabellería y de infantería, además de las edificaciones necesarias para el desarrollo de la vida como horno de pan, taberna, botica, cárcel, iglesia, etc. Una posada —que no pertenecía al real patrimonio— y los baños completaban todo el complejo. Se crearon también unos reales jardines y paseos arbolados, así como se reservó una zona para eras que pudieran cultivar los colonos.

La real casa de baños se situaba al sur de la población, delante una plazoleta donde una capillita dedicada a san Antonio de Padua —patrón de la población— daba paso al complejo de las termas. El edificio de los baños, construido en ladrillo, es de dos plantas. En su centro manaba el agua formando un estanque del que se veía salir el agua por los conductos hacia los baños. A ambos lados dos claustros albergaban las habitaciones y baños. En total había trece baños, de los cuales uno más grande se llamaba del rey y otros dos de los pobres. Contaban con una habitación para dejar las pertenencias y por unos escalones se descendía al baño propiamente dicho. Se describen como bastante angostos y con poca luz «. . . quedando el que se baña, como metido en un sepulcro pues el oscuro color de las piedras y la poca luz que dá una ventana, dá al baño un aspecto tan triste y sombrio que hace entren en él con alguna repugnancia y hasta disgusto, los que lo hacen por primera vez . . .». El bañista o bañistas —hasta cinco cabían— podían regular el agua con un grifo de bronce y pasada la hora se desaguaba por el registro situado en el centro de uno de los patios, para avisar a los bañeros contaban los bañistas con un cordel con campanilla. Los denominados, por su tamaño más grande, Piscinas o de los pobres y militares se hallaban al sur de la casa con entrada por el corral. Su estado era peor que los otros ya que se describen como auténticos calabozos debido a la oscuridad y la suciedad de sus muros. Completaban el edificio una sala con las calderas y la fuente para beber el agua.

Los cronistas contaban que debían mejorarse estos baños e incluso ampliarse porque el manantial era lo suficientemente copioso para abastecer a más bañeras de las existentes, también se veía necesaria la presencia de un fontanero. Estas peticiones de mejora incumplidas nos hacen ver que los baños fueron decayendo progresivamente. Tras la revolución de 1868 pasaron a manos privadas. Continuaron con su decadencia hasta que en 1955 quedaron bajo las aguas del embalse de Buendía junto con todo el complejo que formaba el Real Sitio de la Isabela.

Las mismas aguas que crearon las termas, las cubrieron haciéndolas desaparecer para abastecer a una población en crecimiento que tenía necesidad de ellas. Debido al lugar en que estaban, una vaguada, ni en épocas de sequía han llegado a asomarse al exterior y permanecen totalmente cubiertas bajo el agua.

La maravilla

Loeches contó hasta el primer tercio del siglo XX con dos balnearios. Uno de ellos, «La Maravilla», desaparecido totalmente y sobre el que se levanta un urbanización de chalets. Se abastecía de un manantial de aguas clasificadas como « . . . sulfatadas-cálcicas, frías, con notable proporción de nitrato potásico» recomendadas para las enfermedades del aparato digestivo. De «La Maravilla» ni los más mayores del lugar recuerdan como era, ahora bien, a unos metros de donde se levantaba —siguiendo la carretera de Velilla de San Antonio— brotaba otro manantial donde las gentes del pueblo bajaban a beber —si tenían problemas gástricos— o a bañarse —si tenían problemas de piel— y que en actualidad y desde los años 70 surte de agua a la piscina de un restaurante-piscina-discoteca llamado LUCKY STAR. Bajo un árbol centenario surge el agua rica en yodo y calcio que es conducida a la piscina y es disfrutada durante los meses de verano.

La margarita

«La Margarita» fue el primer balneario que se fundó en Loeches y funcionó algunos años más que su compañero. Hoy todavía, en el lado izquierdo de la carretera que nos lleva a Campo Real, podemos ver la entrada y fijándonos con más atención podemos observar como las bañeras de mármol del balneario sirven ahora de jardineras.

Pocos son los restos que quedan de él, el pozo de donde manaba el agua y algunas bañeras y fuentes. El balneario comenzó a funcionar en 1853, años antes fortuitamente don Gregorio García Orea —propietario de las tierras— excavó un pozo para abastecer su industria de tejas y comprobó que las tejas tratadas con esa agua se estropeaban; esto le hizo analizar las aguas y posteriormente con los resultados del análisis lanzarse a la empresa de construir un balneario y ponerlo bajo la dirección del doctor González de Jonte. El balneario pasó en los inicios del siglo XX a la familia Chavarri, que explotaba las Aguas de Caravaña y a las que sumó sus aguas cerrando el uso de balneario. En la actualidad otra propiedad estudia la posibilidad de volver a aprovechar sus aguas aunque sea de manera recreativa.

Torres, la concepción de peralada y el molar

Poblaciones cercanas como Torres, contaba también con un balneario pero ya a finales del siglo XIX había desaparecido prácticamente. También Velilla de San Antonio, en los cuarteles de Torre Bermeja contaba con un balneario «La Concepción de Peralada» en la actualidad en terreno privado y del que no queda ningún vestigio.

Además de estos establecimientos de baños en la provincia de Madrid se encontraban otros tampoco recuperados en la actualidad como, por ejemplo en la cuenca del Jarama los baños de El Molar situados a un kilómetro y medio de la villa y ya desaparecidos. Son citados en anuarios oficiales de aguas minerales por lo menos hasta finales del siglo XIX, sus aguas eran buenas para las enfermedades de la piel y de las vías respiratorias. Este subsuelo era y es rico en agua, de todos es sabio que actualmente muchas de las galerías abandonadas de las minas de galenas se encuentran inundadas por ella.

4º grupo: Por recuperar

- Carlos III (Guadalajara)
- El Salugral (Cáceres)

Balneario de carlos III

A orillas del Tajo, casi en la confluencia con su afluente el Cifuentes y a pocos kilómetros de la población de Trillo se levantaba el Real Balneario de Carlos III, la primera referencia escrita de haberse bebido esta agua como auxilio medicinal no se tiene hasta el año 1697 en una publicación en el libro *Espejo Cristalino de las Aguas de España* de don Alfonso Limón Montero doctor catedrático en Medicina de la Universidad de Alcalá de Henares. Aunque no es raro pensar que los romanos usaran el efecto medicinal de esta agua ya que tuvieron un asentamiento en Trillo.

Es en el siglo XVIII en época de Carlos III, de ahí que luego tomaran su nombre, cuando se levantan los primeros edificios que formarían el complejo termal. El propio rey por influencia de don Miguel María de Nava Decano del Consejo de Castilla, que había pro-

bado la beneficencia de esta agua, fue el impulsor de la construcción de estos baños.

En el libro *Trillo. Manual del Bañista* don Basilio Sebastián Castellanos de Losada hace una exhaustiva descripción de cómo eran estos baños en 1851. La primera edificación que daba paso al recinto se llamaba Casa de Carlos III o de la Administración. Frente al río en una sola planta albergaba la zona de espera, sala de consultas, cuarto del médico y director, botillería y alguna habitación para bañistas —era más habitual que los bañistas se albergarán en casas del pueblo—. Desde aquí por un paseo de árboles, en coche o tartana, se llegaba al primero de los baños, el de la Princesa que contaba con dos pilas. Esta edificación, de aspecto humilde, construida en 1777 daba principio al valle en cuyo recinto de 3222 varas castellanas se encontraban los seis manantiales restantes que formaban estas termas, uno de ellos en la misma orilla del Tajo.

Dos fuentes se encontraban desde los baños de la Princesa camino a los Baños del Rey, la llamada del Director de la que manaba un caño de agua y otra de dos caños a la que se descendía por unos escalones. En la fachada de los Baños del Rey un bajo relieve del busto del monarca daba paso a las seis bañeras con que contaba el edificio. Cerca se situaban los Baños del Príncipe o de los militares pobres, estos de 1849, donde además de dos bañeras o pilas había una balsa para los pobres. Los baños de la Reina de cuatro pilas y doce habitaciones junto con la hospedería se levantaron en 1844. Detrás de estos edificios una plazoleta con manantiales albergaba una balsa, pilas y bancos para reposo permitiendo seguir tratamientos al exterior gozando del paraje. En la parte alta algo apartada del resto se situaba la Casa de Beneficencia que como su nombre indica a ella podían acudir en determinas fechas gentes menos pudientes a beneficiarse de las bondades terapéuticas del agua.

Los baños de la Condesa, cuyo manantial se encontraba en el margen del río contaban sólo con una pila, junto con al piscina o Baño de La Leprosa cerraban el recinto. Este último llamado así porque se decía que las propiedades de su agua servían para la cura de la lepra y otras enfermedades de la piel. Es esta, una de las razones por lo que muchos años después el balneario ya cerrado fue reconvertido en leprosería.

Actualmente se encuentra cerrado, algunos edificios se mantienen en pie aunque han perdido su primera fisonomía, sólo la placeta de los manantiales con algunas pilas nos recuerda el siglo XVIII. En el año 2005 este espacio que sirviera para mejorar la calidad de vida de infinidad de gentes a lo largo de siglos volverá a hacerlo bajo la gestión de la empresa TermaEuropa.

El salugral

No muy lejos de los Baños de Montemayor o Baños de Bejar, en una hondonada a la orilla izquierda del Ambroz a 3 Km. de Hervás, se sabe de la existencia de un manantial que abastecía al desaparecido balneario del Salugral. A finales del siglo XIX se sabe que el manantial estaba en un depósito abovedado de cantería de unos 2,5 m de diámetro. Un caño vertía el agua hacia un receptáculo del que era conducida por cañería cubierta hasta la casa de baños a unos veinticinco metros del yacimiento. En ella había una piscina cuadrangular y cuatro pilas de mármol. Existía también, entre la fuente y el río una hospedería con 14 habitaciones para alojar a los usuarios de los baños más pudientes, a la derecha del río, que se cruzaba a través de un puente, se situaban las cocheras y cuadras así como tres habitaciones para los pobres.

Actualmente se trata de una zona abandonada donde quedan restos de diferentes edificaciones, unas del propio balneario y otras construidas posteriormente, entre ellas queda en pie una ermita debajo de la cual se encuentra el manantial de agua que abastecía al lugar. La finca de unas 7 hectáreas adquirida por Hotel Balneario S.A. —dueña también del complejo de Baños de Montemayor— acometerá las obras para poder volver a utilizar los efectos terapéuticos con los que esta agua contaba. Se levantará de nuevo un balneario, alojamientos e instalaciones deportivas así como se rehabilitará la ermita bajo la que surgen las aguas y se recuperaran las bellas márgenes del río Ambroz para su disfrute. La gestión del complejo será llevada a cabo por la empresa Hosteltur, S.L.

Como hemos visto a lo largo de estas líneas gracias a publicaciones ajenas totalmente al mundo de la arquitectura se ha podido reconstruir someramente los espacios de estos establecimientos de baños terapéuticos, han sido un complemento a la documentación gráfica y/o escrita proveniente de la documentación de los proyectos de estos edificios.

LISTA DE REFERENCIA

Carretero, Mariano y TABOADA Marcial. 1889. *Anuario oficial de las Aguas Minerales de España.* Madrid.

Castellanos de losada, Basilio Sebastián. 1846. *Manual del Bañista de La Isabela.* Madrid.

Castellanos de losada, Basilio Sebastián. 1851. Trillo. Manual del Bañista. Madrid.

Chernoviz, Pierre Pouis Napoleón. 1880. Guía médica compuesta de tres partes principales: I. Formulario médico, II. Compendio de aguas minerales en España, III. Memorial terapéutico. París.

Infante, Fernando y Torre ValcarceL, Juan. 1663. Teatro de la salud, baños de Sacedón hallados del D.D. Fernando Infante. Madrid.

Londero, F. 1958. De los baños, el monitor de la salud de las familias y de la salubridad de los pueblos. Madrid.

La carpintería española y su inventario

Enrique Nuere

El principal problema de la conservación del Patrimonio es conocer su estado real. Sólo así se puede plantear un programa adecuado de inversiones que pretenda acomodar el dinero disponible a las necesidades de intervención, y como desgraciadamente éstas suelen ser mayores que aquél, sólo un exacto conocimiento de la magnitud de los daños, (así como las prioridades en función del relativo interés de cada uno de los objetos a intervenir), permitirán hacer el mejor uso de los recursos disponibles.

Si además estamos tratando de las armaduras de cubierta de los edificios, será bueno recordar las palabras de Leon Baptista Alberti, que encontramos en el primero de sus *Diez libros de Architectura*:

> La utilidad de los techos es la principal y mayor, porq no solo aprovecha a la salud de los moradores, quitando y excluyendo la noche y agua, y principalmente el sol caluroso. Pero tambien maravillosaméte defiende a todo edificio, porque quitame el techo, podrecera la materia, y caera la pared, hiendense los lados: y finalmente poco a poco se dessatara todo el edificio: y tambien los mismos cimientos, lo cual (creeras a penas) se fortaleceran con la cobertura de los techos. Y no cayeron tanta muchedumbre de edificios con fuego y hierro y exercito de enemigos, y arruinados con las demas calamidades, quantos edificios cayeron, no por otra cosa, sino por la negligencia de los ciudadanos, por aver sido dexados sin ayuda y desnudos, por que cierto los techos son las armas de los edificios corta las injurias e ímpetus de las tempestades: lo cual como sea así, me parece, que así en las demas cosas como enesta hizieró escogidamente nuestros antepasados q ayan querido atribuirle tátos honores al techo, y q en adornar los techos ayan consumido casi todas las artes de adornar cosas.

No creo que sea preciso insistir en la importancia que tienen las armaduras carpinteras de nuestro patrimonio histórico, no sólo en cuanto a su propio interés histórico o artístico, sino que al tratarse de las estructuras de las cubiertas, son la principal salvaguarda de los edificios encomendados a su protección.

Ello hace imprescindible la necesidad de realizar su inventario, en el que no sólo se catalogue un peculiar patrimonio arquitectónico español demasiado poco conocido, sino que proporcione una idea lo más precisa posible de su estado de conservación, del que en la mayoría de los casos va a depender el conjunto al que pertenecen, tal como ya nos advertía Leon Baptista hace más de cuatrocientos años.

Han pasado más de veinte años desde que inicié esa labor, aunque entonces lo hacía desde el interés que me había suscitado el descubrimiento de nuestra sorprendente carpintería de lazo. Una serie de circunstancias hicieron que la tarea quedara interrumpida. Principalmente fue la coincidencia de terminar la fase inicial de dicho trabajo con la transferencia de competencias del Ministerio de Cultura a las diferentes Autonomías, que empezaban a formar sus propias Consejerías de Cultura, momento en el que eran poco proclives a asumir tareas iniciadas por el Ministerio de Cultura. (No sé si eso habrá cambiado algo).

La vistosidad de la carpintería de lazo me había hecho enfocar mal la tarea. Al empezar a sopesar su envergadura, ya fui consciente del enorme volumen de trabajo que representaba, por lo que la intención de formar el inventario se transformó sensatamente en un trabajo previo, que con Carlos Baztan, —responsable entonces de su seguimiento por parte del Ministerio de Cultura—, denominamos «Formación de bases para la realización de un inventario de armaduras de lacería».

La labor entonces realizada demostró el principal error de planteamiento: antes de dedicarme a inventariar un carpintería concreta debería haber empezado por inventariar la carpintería en general, ya que la de lazo no es otra cosa que una peculiaridad de la carpintería de armar realizada en nuestro país, y si bien es la parte más vistosa de esta carpintería, no por ello la restante deja de tener interés.

En cualquier caso esa primera fase sirvió para abrir los ojos a un patrimonio hasta entonces poco estudiado, y sobre todo para tener una visión global de nuestra carpintería, ya que la búsqueda de ejemplares de lazo pasaba por rebuscar entre todos los edificios cubiertos con madera, sin prejuzgar la posible existencia del lazo, aunque en realidad el punto de vista seguía siendo parcial, ya que el trabajo se limitaba a analizar aquellas armaduras, o forjados de pisos, que se hubieran realizado con idea de quedar vistas, y el número de las estructuras carpinteras ocultas no deja de ser importante.

Una de las evidencias del equivocado enfoque de partida surgió al comprobar que el hecho de disponer o no de lazo en la decoración de una armadura, no dejaba de ser una circunstancia anecdótica, sin influencia en la técnica empleada. Si queremos establecer una correcta clasificación de nuestra carpintería, lo primero que tenemos que analizar es el conjunto de técnicas utilizadas por los carpinteros, a partir de las cuales irán saliendo distintas tipologías que corresponderán, (o no), a distintas soluciones estructurales que encontremos.

Aunque el enfoque dado al trabajo hace veinte años no fuera el más adecuado, lo entonces realizado tiene plena vigencia, dado que permite establecer una aproximación a la realidad carpintera de cada región española: por ejemplo, los más de mil edificios cubiertos con madera para quedar vista reseñados tan sólo en la provincia de Lugo, ponen de manifiesto lo habitual de esta forma de cubrir en Galicia, no sólo históricamente, sino también en la actualidad, hecho coherente con la pervivencia de carpinteros de armar en ese rincón noroeste de nuestro país.

En cualquier caso el trabajo realizado es una buena base para iniciar un inventario de armaduras, ya sea por provincias o por autonomías. Algunos compañeros han acometido esta tarea y algo del camino está allanado, al poder tomar esos trabajos como ejemplo de la tarea a desarrollar: en la provincia de León sirve magníficamente el realizado por Miguel Fernández Cabo, y en la de Huelva lo hace brillantemente el de Ángel Luis Candelas, ambos trabajos corresponden a sendas tesis que tuve el placer de dirigir y ya están publicados, y por tanto a disposición de quien quiera acometer una tarea similar.

Con otro enfoque, ya que se trata del punto de vista del historiador del arte, hay también otros trabajos de interés, por ejemplo la tesis realizada por María Fernández Shaw sobre armaduras mudéjares en la provincia de Ávila, o la de Belén García de Figuerola, referida a la provincia de Salamanca, esta última también publicada.

Del planteamiento y criterios sobre la realización del inventario ya hacía una mención en la primera edición de *La carpintería de armar española*, dado que este libro fue consecuencia del trabajo realizado, y todo lo que allí se exponía sigue siendo perfectamente válido, especialmente el léxico cuya finalidad principal es la de establecer criterios homogéneos a la hora de hablar de este patrimonio.

El trabajo realizado se puede consultar en el Instituto del Patrimonio Histórico Español, por lo que aquí simplemente haré una relación cuantitativa de los resultados entonces obtenidos.

Alava	12	0
Albacete	59	3
Alicante	10	0
Almería	151	50
Ávila	342	88
Badajoz	32	3
Barcelona	94	1
Burgos	80	11
Cáceres	154	4
Cádiz	65	9
Castellón	4	0
Ciudad Real	54	3
Córdoba	255	61
Coruña	45	2
Cuenca	140	2

Gerona	10	0
Granada	709	373
Guadalajara	518	22
Guipúzcoa	15	0
Huelva	52	11
Huesca	155	3
Jaen	71	13
Las Palmas	127	19
León	727	46
Lérida	30	0
Logroño	271	0
Lugo	1931	2
Madrid	382	31
Málaga	534	107
Murcia	74	15
Navarra	299	0
Orense	37	0
Oviedo	76	1
Palencia	587	22
Palma	32	0
Pontevedra	16	0
Salamanca	187	49
Santander	19	0
Segovia	316	15
Sevilla	580	180
Soria	91	7
Tarragona	101	1
Tenerife	413	94
Teruel	150	8
Toledo	628	100
Valencia	243	2
Valladolid	793	95
Vizcaya	48	0
Zamora	275	62
Zaragoza	289	36
	11994	1515

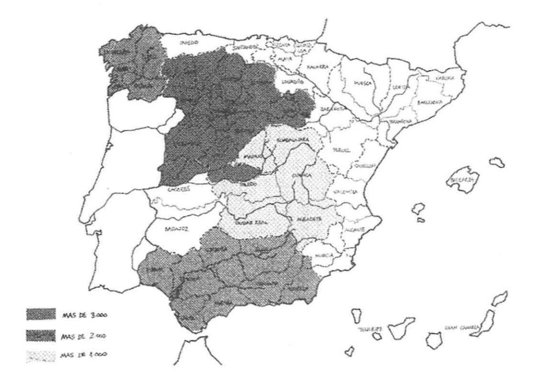


Figura 1
Armaduras de madera, por comunidades

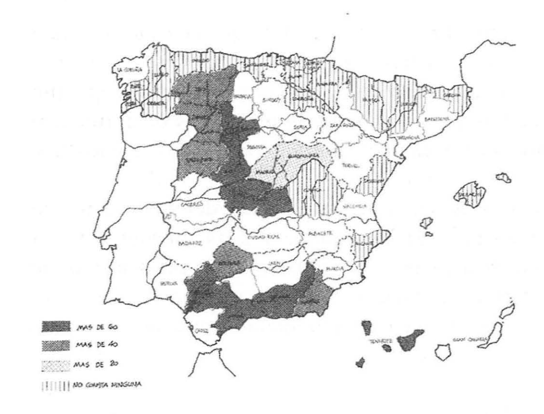


Figura 2
Armaduras de cubierta, por provincias

Naturalmente estas cifras tienen un carácter orientativo, ya que al buscar entre la bibliografía manejada se pueden dar casos de repeticiones, aunque también es cierto que en el tiempo transcurrido he

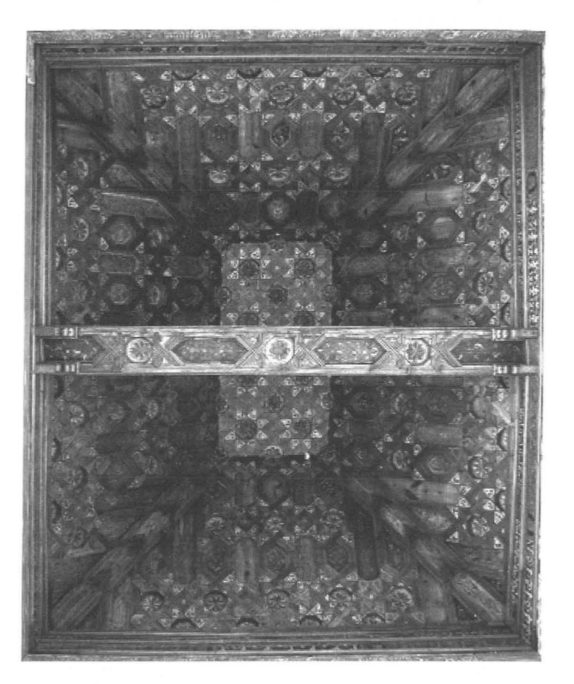


Figura 3

encontrado armaduras de lazo que no estaban reseñadas en las fichas realizadas.

De cualquier modo queda muy claro en qué provincias encontramos más armaduras de carpintería, incluso en cuales la carpintería de lazo es más abundante.

Uno de los datos interesantes del inventario realizado es la constatación de que las armaduras de parhilera o de par y nudillo constituyen la forma más extendida de cubrir los edificios en nuestro país, especialmente en las provincias que constituyeron el antiguo reino de Castilla, que es también la zona de España donde son más abundantes las armaduras de lazo.

Es curioso constatar como algunas provincias, no castellanas, en las que la lacería no fue habitual, tienen recogida al menos una armadura de lazo, y en algunas provincias en las que no constaba ninguna armadura, también he encontrado algún botón de muestra, como por ejemplo esta magnífica techumbre de Alfabía, en Palma de Mallorca.

Sobre la torre «cupulada» del siglo XVI en el Palacio de Aranjuez

Javier Ortega Vidal
Miguel Angel Alonso Rodríguez

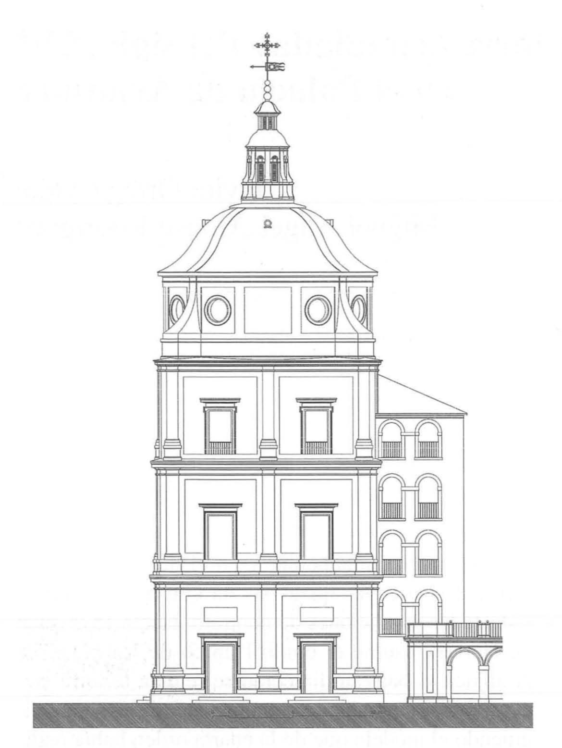
La «Torre sur» de El Palacio de Aranjuez guarda casi intacta y formando un conjunto una bóveda y una armadura de cubierta de la época de Felipe II. A pesar del notable interés que a todas luces posee, resulta curiosa la poca atención que ha merecido hasta el momento. Este trabajo persigue describir la solución constructiva empleada y recuperar, de esta forma, un elemento singular en la historia de nuestra arquitectura.

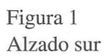
A comienzos de 1557 Felipe II deseaba reemplazar el viejo palacio maestral de Aranjuez y construir uno nuevo. Disponía de unas trazas, probablemente debidas a Luis y Gaspar de Vega que no se conservan. No obstante el proyecto se paraliza hasta 1560 cuando Juan Bautista de Toledo llega a la corte. Entre los muchos trabajos iniciados por el nuevo arquitecto se encontraría la revisión de los proyectos sobre el sitio de Aranjuez y su palacio, realizados casi al mismo tiempo que la magna empresa de El Escorial.

Por expreso deseo del rey la construcción del Palacio se inicia por la edificación de la torre sur, que alojaba la capilla. En julio de 1564 Juan Bautista de Toledo estaba acabando el modelo de la capilla, cuya primera piedra se colocó en enero del año siguiente. Toledo dirigió las obras hasta mayo de 1567, fecha de su fallecimiento, sin alcanzar a terminar el primer orden o piso. Un memorial de Juan Bautista de Toledo servirá de pauta para su continuación que correrá a cargo de su discípulo Gerónimo Gili hasta 1569. Juan de Herrera intervendrá junto a Gili en el levantamiento del segundo orden (1569–1572), cuyas trazas firman conjuntamente, y en el del tercer orden, (1571–1574) cuyas trazas las da Gili quien también redacta las condiciones de contrato. Hacia 1575 Juan de Herrera asume el control único de las obras de Aranjuez y, bajo su dirección se remata la torre con el tambor, la cúpula y su recubrimiento de plomo, siguiendo el modelo que de la cuarta orden había realizado Gili.

Si se prescinde del cuerpo de escaleras que tiene adosado, la torre sur es de planta sensiblemente cuadrada. Al exterior el cuerpo prismático de la torre aparece con tres pisos, con sus respectivas cornisas, y sobre él se levanta el tambor cilíndrico y la cúpula (fig. 1). En su interior se aloja la capilla, cuyo cuerpo bajo lo forman cuatro frentes, que en altura se corresponde con el primer nivel exterior (fig. 2).

En el segundo orden de la capilla, tal como se definía en los contratos, se disponen las pechinas rematadas por una cornisa previa al tambor que se relaciona, sin llegar a corresponderse, con la del segundo nivel exterior (fig. 3). Sobre las pechinas se monta un tambor y una cúpula semiesférica perforada por un óculo. El tambor presenta un orden de pilastras pareadas y en correspondencia la cúpula lleva resaltos dobles que alcanzan el anillo que delimita el óculo. El tambor y la cúpula son de ladrillo y están revestidos con mortero, salvo la cornisa y el anillo del óculo que son de caliza de Colmenar. Los riñones de la cúpula semiesférica están rellenos, de manera que el casquete de la cúpula arranca, con un pie de espesor, a los treinta grados, o lo que es lo mismo a la mitad




Figura 1
Alzado sur

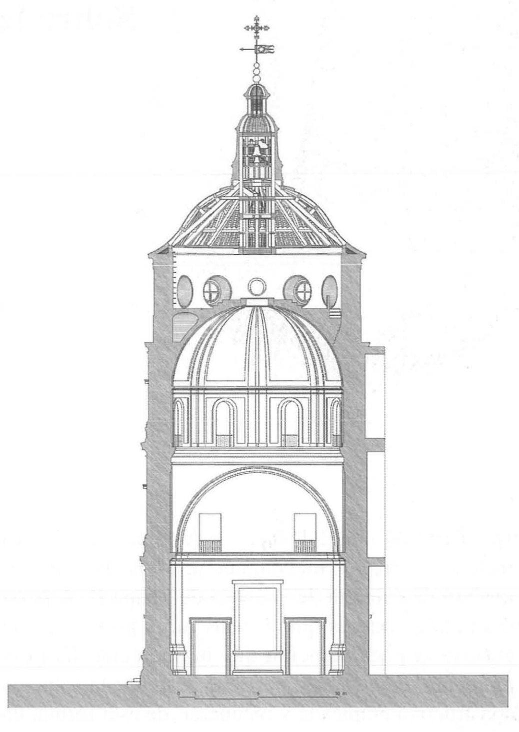


Figura 2
Sección

de la media naranja de la capilla. Esta cota de arranque se corresponde con la última cornisa del exterior, sobre la que se monta el tambor externo. Este tambor está flanqueado por cuatro contrafuertes en posición radial desde las esquinas del prisma. Consta de un zócalo de caliza y sobre él un cuerpo de ladrillo dividido por resaltos verticales de caliza blanca, que organizan doce campos en los que se abren ocho grandes tondos que flanquean los contrafuertes, con derrames cónicos hacia su interior.

El zócalo de piedra del tambor exterior se corresponde en el interior con un corredor anular de paredes de ladrillo. Su techo, también de ladrillo, es el suelo del curioso espacio situado sobre la cúpula de la capilla que ilumina los tondos del tambor. A este espacio se accede ascendiendo por un caracol, situado en el contrafuerte nororiental, que llega a los riñones de la bóveda de la capilla y desde aquí continúa a través de una escalera pegada al muro del tambor. Dicho pasillo anular aloja en su interior cuatro tiran-

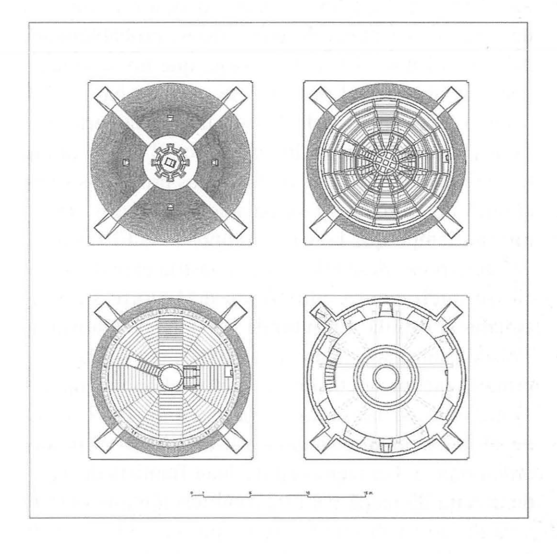


Figura 3
Plantas

tes de hierro situados a la altura del arranque de su bóveda tórica. Si prescindimos de la parte correspondiente al arranque macizo y al óculo superior de la cúpula, el techo de este corredor circular abraza el casquete esférico de la media naranja por la mitad. Contribuye sin duda a recoger y trasmitir los esfuerzos que tenderían a abrir el casquete de la cúpula y a su vez los tirantes a contener los esfuerzos transmitidos.

Encima del tambor está la cubierta. Se compone de una cúpula semiesférica con copada y esta coronada por una primera linterna, de ocho vanos y pilares con contrafuertes, en la que se alojan las campanas. Su cupulín recibe una segunda linterna y sobre ésta se monta cruz, veleta y tres bolas. El recubrimiento exterior de la cúpula forma escamas radiales.

La armadura de la cubierta, cuyas vigas sabemos que se hicieron con madera de pino de Cuenca, se monta sobre el muro del tambor. En su coronación se reciben los nudillos y sobre ellos se asienta la solera. La estructura de la cubierta tiene cuatro vigas o tirantes centrales dispuestos en cruz que dejan en medio una caja cuadrada. La solución atirantada es posible, en este caso, dado que la cubierta no alberga la cúpula de la capilla. Los cuatro tirantes están girados 45° respecto a los contrafuertes en diagonal del tambor. De esta forma tirantes y contrafuertes se reparten para contener los empujes horizontales de la cubierta. A los cuatro tirantes acometen en cada cuadrante dos vigas en disposición radial. Las uniones entre estos maderos horizontales, tirantes y vigas, se refuerza con escuadras de hierro. El plano horizontal que definen se materializa con ripias que forman a la vez el techo del interior del tambor y el suelo del bajocubierta. Se accede a éste mediante una escalera de pates en la pared interior del tambor.

Los tirantes y vigas asientan directamente sobre la solera situada en la coronación del tambor. Entre los tirantes y las vigas consecutivos se pone unos maderos para impedir su desplazamiento, y que sustituyen a los aliceres (fig. 4). Los cuatro tirantes centrales apean ocho pies derechos que son los pilares de la linterna que aloja las campanas. Los pies derechos tienen de sección un sector de corona circular. Se unen entre si mediante anillos de madera reforzados con hierros dispuestos a diferente altura. Los tirantes y las vigas están cajeados en su cabeza para alojar el estribo perimetral poligonal; sobre este elemento de coronación del muro del tambor descansa un cerchón con la forma cóncava de la copada; sobre dicho estribo empatillan 16 pares, uno por cada cabeza de tirante o viga. Los pares, en su extremo superior están cajeados y cada dos abrazan uno de los ocho pies derechos a la altura de la plataforma del suelo del campanario, trabándose todo el conjunto. Los pares llevan cerchones, sobre manguetas para darle la forma esférica a la cubierta. Sobre los cerchones se montan las correas y sobre las correas un segundo orden de cerchones sobre los que se dispone la ripia y el material de cubierta.

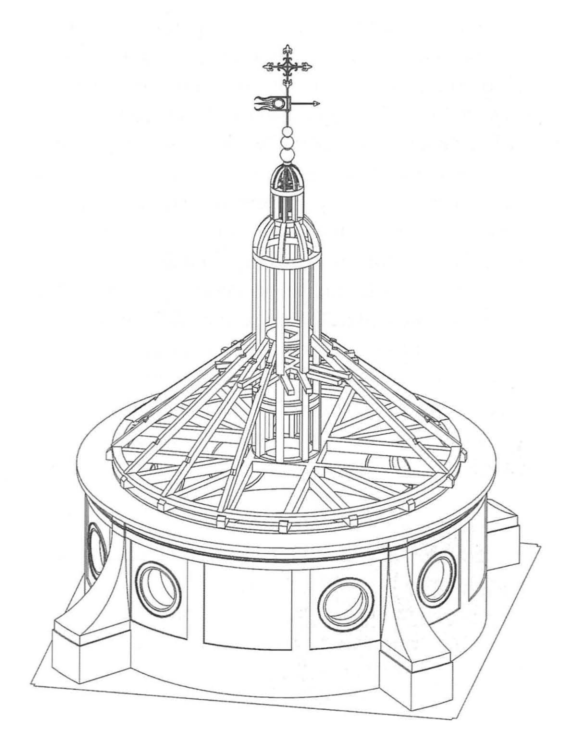


Figura 4
Estructura de cubierta

El árbol de los pies derechos además de la plataforma del campanario, a donde acometen los pares, tiene otras dos. La primera y más baja, a la mitad de altura del suelo del campanario, se dispone sobre uno de los anillos que unen los pies derechos. La segunda esta situada entre las otras dos y equidistante de ambas. Las vigas que la forman descansan en uno de los anillos que unen los pies derechos, sobresaliendo del períme-

tro de los mismos hasta alcanzar los pares de la cubierta; de esta manera, estas vigas actúan como si fueran nudillos (aunque su disposición es un poco mas alta que las de los nudillos que están a 2/3 de la altura).

A la primera de las plataformas se accede mediante un tiro de escalera formado por dos zancas que se apoyan en dos de los pies derechos. Este tiro continúa entre los pies derechos de apoyo de las zancas y llega a la segunda plataforma, colándose entre dos nudillos-vigas de la misma, ya dentro del árbol. Desde esta segunda plataforma se accede a la linterna campanario a través de un hueco centrado que tiene en el suelo. En el interior de esta linterna se alojan dos campanas que parecen ser los restos de un antiguo carrillón; la de mayor tamaño aparece fechada en el año 1564 y fundida en Amberes. Ambas se recibieron en Aranjuez el 11 de abril de 1579. No voltean, pues se golpean con martillo, y están sujetas a los pilares de esta linterna que están reforzados con barras de sección rectangular de hierro (fig. 5).

Los extremos superiores de los pies derechos se unen en un anillo, un poco por debajo de la cornisa

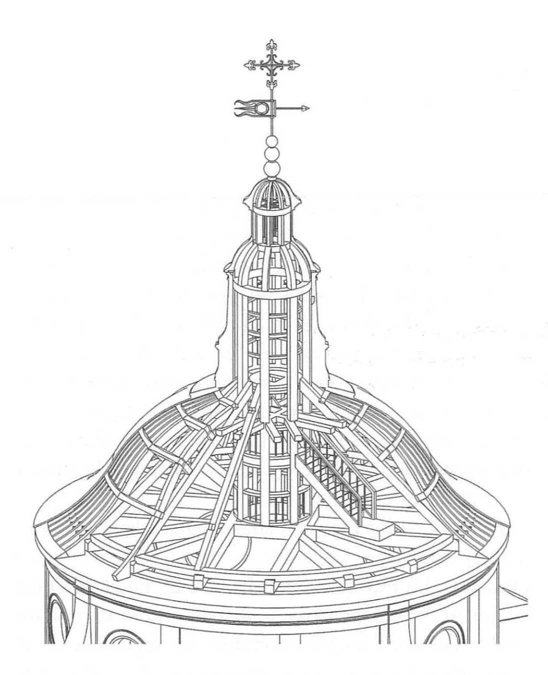


Figura 5
Esquema constructivo de la cubierta

de la primera linterna. Sobre este anillo se montan 16 cerchones o pares curvos para formar el cupulín del campanario. Sus extremos superiores se unen en un anillo sobre el que apoyan los pilares de la segunda linterna, que se recogen en otro anillo sobre el que se disponen otros pequeños cerchones que forman el cupulin de la segunda linterna. Estos dos últimos anillos llevan tirantes en cruz que sujetan el eje de la cruz de remate.

Esta estructura que hoy nos llama la atención no debemos pensar que fuera muy arriesgada. En la segunda parte del *Arte y uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás, impreso en Madrid en 1664, el autor explica cómo construir una bóveda encamonada como las que él levanta y las que ha visto edificar. La estructura no difiere en lo esencial de la de Aranjuez. Todos los elementos que vemos en el dibujo de Fray Lorenzo los encontramos en la estructura de Aranjuez. Esta tiene además la pequeña linterna de remate y la prolongación de los pilares de la primera que penaliza la solución, pero a favor de la seguridad dispone de unos tirantes que estabilizan el conjunto. Se nos ha dicho que uno de los problema de las bóvedas encamonadas consistía en la imposibilidad de colocar tirantes, por la existencia de la cúpula interior, lo que hace trabajar a los estribos con enormes solicitaciones, que no siempre han resistido airosos el paso del tiempo. Por otra parte la solución que gráficamente propone Fray Lorenzo es para una luz de 40 pies, un par de pies mas que la de Aranjuez que incorpora los tirantes (fig. 6).

Este impresionante conjunto se mantiene casi intacto desde su construcción y se encuentra en buen estado. No se tienen datos de que haya sido modificado en ninguna de las reformas y ampliaciones que ha conocido el Palacio. Incluso no se vio afectado cuando se sacrificó de forma implacable la capilla. En las numerosas imágenes que se conservan del palacio la cubierta de la torre sur aparece en todas ellas en su estado actual. En los planos para el proyecto de remate del palacio de 1728 se incluyen tres secciones, de las cuales una refleja el corte por la capilla. La armadura de cubierta se representa sin entrar en detalle. Quizá lo mas destacable sea la linterna de madera que cerraba el óculo de la cúpula de la capilla, hoy perdida. Por todo ello tan sólo cabe pensar que se haya podido cambiar el material de su cubrición.

Ya se ha dicho que el origen de este tipo de cubierta es Europeo y que fue introducida en España

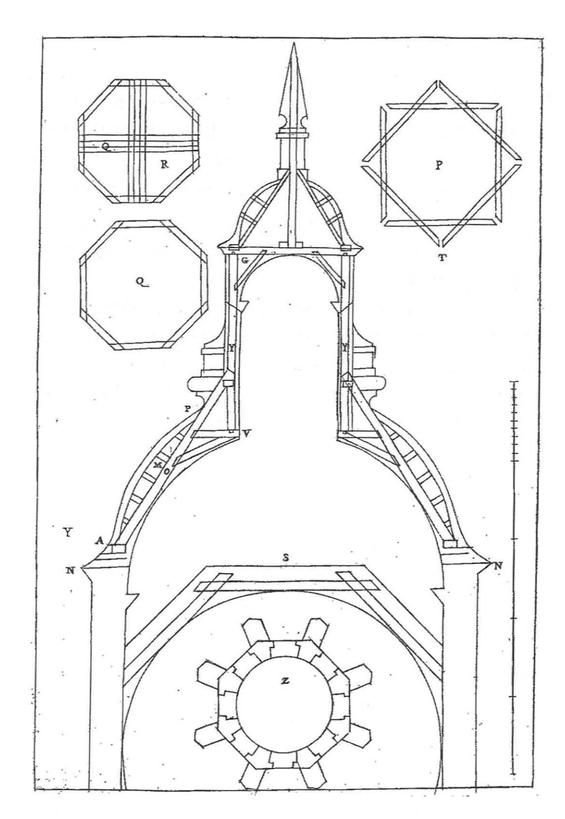


Figura 6
Fray Lorenzo de San Nicolás 1664 *Arte y uso de Arquitectura* 195

Poco después comenzarían los chapiteles de El Escorial que han servido para tantos de ejemplo y que ya aparecen en el dibujo conservado en Hatfield House, de hacia 1576, fecha en la que sabemos que se estaba emplomando la cubierta de la torre sur del Palacio de Aranjuez. Las cubiertas de El Escorial ardieron y se reconstruyeron en el siglo XVII. Finalmente, debido a los daños producidos por xilòfagos en el siglo XX, su estructura leñosa fue reemplazada por una metálica. La solución en madera, hasta entonces conservada, la conocemos gracias al el dibujo del profesor Vidaurre, recientemente fallecido (fig. 7).

La visión en paralelo de estos dos chapiteles de estructura leñosa, uno de tensas aristas rectas otro de suaves perfiles curvados, señala y sugiere un atractivo episodio de la historia de nuestra construcción por Felipe II. Con toda probabilidad los primeros chapiteles que se levantaron en nuestro país fueron los de Valsaín, que aparecen en el dibujo de Wyngaerde de 1562. Casi al mismo tiempo aparecía en el Alcázar de Madrid la atractiva silueta del chapitel de remate de la Torre Dorada. No tardarían mucho tiempo en surgir los de El Alcázar de Segovia que se preparaba para la celebración de la boda del monarca con Ana de Austria en 1570. De los originales se conserva uno, el que cubre uno de los torreones de vigilancia que flanquean el Alcázar en su frente de entrada, cuya separación del resto del edificio permitió su salvación del devastador incendio que sufrió el Alcázar en 1862. Es un chapitel cónico de dimensiones notablemente mas reducidas y mucho mas sencillo que el que nos ocupa.

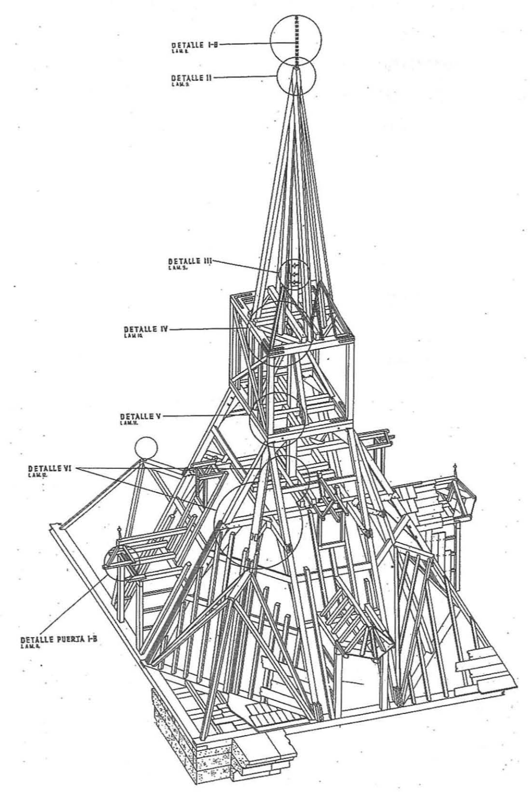


Figura 7
Julio Viadaurre, hacia 1950. Levantamiento del Chapitel de la Torre de Damas de El Escorial

que merece la pena seguir investigando. No deja de resultar paradójico que estos entramados de madera, de tanta trascendencia en nuestros paisajes urbanos a lo largo de la historia sean, en realidad, tan poco conocidos.

NOTAS

La documentación del levantamiento y reconstitución de la torre sur del palacio de Aranjuez que ha servido como base para esta comunicación, es el resultado de un convenio de colaboración entre la Dirección de Arquitectura del Patrimonio Nacional y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

LISTA DE REFERENCIAS

Ortega, Alonso. 2004. Reconstitución de la Capilla del Palacio de Aranjuez en el siglo XVI. *Reales Sitios,* 159: 2–13.

Sancho, J. L. 2004. Un palacio para las jornadas de Felipe II. *Reales Sitios,* 159: 14–25.

Ortega, Javier. 1997. Hacia un catálogo razonable de la arquitectura de Juan de Herrera. Un criterio topográfico. *Juan de Herrera, arquitecto real.* 47–124.

Martinez Leiva, Gloria. (en prensa). *La capilla y la escalera doble del Palacio Real de Aranjuez en el siglo XVI. Dos cronologías para su estudio.*

Sancho, Ortega. (en prensa). *La torre sur del Palacio de Aranjuez, tres piezas de un proyecto.*

Los expedientes de licencias de obras del siglo XIX y la Historia de la Construcción

Elena de Ortueta Hilberath

Un tema apasionante para la historia de la documentación arquitectónica es el estudio de la composición y de la forma de presentación de los expedientes ante la autoridad pertinente (Sierra Valentí 1979). El siglo XIX marcó un hito en la organización y estructuración de los distintos órganos de gobierno tanto estatales —ministerios, academias— y provinciales —diputaciones—, como municipales. La centralización impulsó la revisión por parte del gobierno central de un sinfín de escritos y planos que generó un proceso de normalización de los mismos, con el claro propósito de agilizar el tramite administrativo. Este proceso fue parejo con la burocratización del sistema. Las corporaciones municipales emularon la legislación estatal pero su implantación fue mas lenta al estar sujeta tanto a la asimilación de los decretos de obra pública, como a la ampliación de sus competencias político-administrativas, e incluso a la ratificación de las nuevas ordenanzas (Tarraubella Mirabet 1997). De tal forma que los preceptos sobre obra pública fueron universales para todo el territorio español mientras que los referentes a la obra privada fueron particulares al depender de las disposiciones de cada uno de los consistorios. El presente texto pretende desvelar algunas de las peculiaridades de los expedientes de licencias de obras, de nueva planta o de reforma, en un municipio concreto: Tarragona y asimismo, remarcar aquellos aspectos más interesantes para la investigación en el marco de la historia de la construcción[1].

La normalización del expediente

La información relativa a las obras privadas no resulta tan minuciosa como la de las obras públicas mucho más diversas en tipologías y además, con mayor grado de inspección por parte del gobierno central —academias, juntas de obras públicas, Gobernación, Ministerio de Gracia y Justicia...— al tratarse estas últimas habitualmente de propuestas con mayor envergadura presupuestaria. Joaquín Sabaté argumentó la importancia de contenido de los proyectos y licencias de obras al plantearse tres cuestiones ¿qué se presenta con la solicitud para construir?, ¿cómo se presenta? y por último ¿qué se representa? La comprobación de las solicitudes, su contenido y el informe emitido por el arquitecto pertinente, constituyen una fuente de investigación primordial para el conocimiento de todo lo relativo a la construcción arquitectónica (Sabaté 1999).

Las reformas introducidas por Carlos III en el régimen local permitirán modificar el procedimiento a seguir en la elaboración de las ordenanzas a favor de la municipalidad, gracias a la creación de los corregidores —Real Instrucción de 13 de octubre de 1749 y de la Instrucción de Corregidores de 1788. Hasta esa fecha la tramitación era muy similar a la seguida en la época de los reyes católicos (Anguita 1997). En el último tercio del siglo XVIII, algunas ciudades como Barcelona, Santiago de Compostela, Cádiz o Pamplona formularon una reglamentación inspirada en los principios policiales ilustrados, mientras que en

otras ciudades mantendrán vigentes fórmulas anteriores. Entrado el siglo XIX será un fenómeno universal en todas las poblaciones con un número importante de habitantes.

En Tarragona, en la primavera del 1781 se redactaron las nuevas Ordinaciones del Obrero (AHT 1781). En la sesión del 7 de mayo se acordó:

> Se ha hecho presente en el Ayuntamiento con papel en excritos y firmado por los SS Regidores de Jose Antonio Casas, Don Pedro Calixto Pauno, y Juan Pablo Font acompañando las Ordinaciones de Obrero que nuevamente han formado por Comisión de este Ayuntamiento en presencia de las de la Capital y de las antiguas de esta ciudad paraque su Señora se sirva disponer lo que tenga por conveniente como es de ver del papel y ordenanzas sobre dichas que se lían bajo la señal 52. Y en atención del acuerdo del día dos de este mes se leyeron . . . se guardaron el cajón 10 n 13 del Archivo de las Casa Capitulares.

Hemos de lamentar que no se cosieran las Ordinaciones, esta circunstancia no nos ha permitido localizarlas en los archivos de la ciudad. No las hemos podido cotejar y es imposible contrastarlas con otros escritos redactados en el mismo periodo. Es por ello, que el primer texto que hemos consultado de esta índole será el bando de policía urbana aprobado el 22 de junio de 1838 (AHMT 1838). Dicha proclama fue recogida con breves actualizaciones en materia de coste de multas en el *Reglamento jeneral (sic) de Policía Urbana, Rural y de Serenos para la ciudad de Tarragona,* aprobado el 25 de abril de 1843 (*Reglamento* 1843) y que siguió vigente en su mayor parte hasta la elaboración de las nuevas ordenanzas municipales con fecha del 25 de junio de 1912 (*Ordenanzas* 1913). Con la ratificación del bando de 1838 se regularizó el servicio de policía de la ciudad aunque en el siglo dieciocho ya se habían establecido sus competencias. A partir de esta fecha se empiezan a tramitar los expedientes de construcciones de nueva planta y/o de reformas adjuntando un memorial del propietario y añadiendo por duplicado los planos de la propuesta (1838, cap. 1; 1843, art. 244): uno firmado por el director de las obras y el otro por el propietario, quedando archivado el primero de ellos. Esto significó la creación de una serie de legajos independientes. Hasta entonces para obtener la licencia de obra según la predisposición del promotor o circunstancias de la construcción —conflictos legales— de forma arbitraria se adjuntó un plano o una breve reseña en el libro de actas a modo de señal. Se conservan algunos casos, por ejemplo el memorial de Ambrosio Vellet —capitán ayudante del ejercito mayor de la Plaza de Tarragona— debido a un pleito referente a una arquitectura volada ubicada en la plaza de la Pescadería. En este caso se trata de un alzado de la vivienda acuarelado pero carece de firma y fecha (AHT 1783). El dibujo no nos informa sobre las características constructivas de la finca pero sí del aspecto exterior de la misma. Cabe mencionar que la antigua plaza de la Pescadería —hoy llamada de Peixateries Velles— ha sido un lugar especialmente conflictivo en el casco histórico y los recientes desplomes nos permiten observar el entramado de las vigas y la composición de las paredes.

El cumplimiento de la normativa de 1838 no fue inmediata. Se conservan un sinfín de proyectos, en los cuales se prescindió de los requerimientos legales de contener la firma del facultativo —casa de Anastasio Buxó en la Calle de la Nao (28–10–1840), la casa de Agustín Sandoval en la Plaza de la Constitución (13–2–1844), la casa de Pablo Ribas en la calle del Cos del Bou (1–12–1846).... Pensemos que en mayo de 1860, coincidiendo con el nombramiento del arquitecto municipal José Carbonell (27–1–1860), se publicó el requisito obligando a firmar todos los planos a los proyectistas competentes. La causa de este «descuido» se debió fundamentalmente al encubrimiento del arquitecto municipal como autor de los proyectos. He podido constatar como fue habitual el intercambio de firmas entre los técnicos activos en la provincia. A modo de ejemplo, sobresalieron los casos entre Pere Caselles —arquitecto municipal de Reus— y Pablo Monguió —arquitecto municipal de Teruel, Tarragona y Tortosa—, o bien entre Pere Caselles y Josep M Pujol de Barberà —arquitecto municipal de Tarragona—, e incluso la colaboración familiar entre Antoni Pujol Sevil y Josep M Pujol de Barberà —padre del anterior.

El arquitecto municipal en Tarragona pudo compaginar legalmente el trabajo en la administración con el despacho privado. Esto no fue un fenómeno aislado de nuestra municipalidad, el Real Decreto de septiembre de 1869 en el artículo 7° dictaminó que:

> Los arquitectos de la provincia y los municipales podrán dirigir obras particulares con autorización de las Corpo-

raciones de que dependan (Martínez Alcubilla 1886: 602–603).

Así las bases del concurso para la provisión del técnico municipal no eran homogéneas y estaban sujetas a lo dispuesto por cada localidad. El principal inconveniente, que se encontró la alcaldía, radicó en el detalle que el mismo perito debía visar sus propios diseños. El experto en arquitectura legal, Marcial de la Cámara recomendó nombrar a otro arquitecto para autorizar los planos del arquitecto municipal por:

> no poder este juzgar sus mismas obras, lo cual daría lugar a abusos quizás (Cámara 1871: 204)

En algunos municipios el tema fue especialmente espinoso y ha dado lugar a largos debates sobre la autoría de algunos edificios singulares. Cabe recalcar el conflicto en Zaragoza y en Reus. En el primero son largas las controversias en relación a la casa Juncosa ubicada en el Paseo Sagasta[2] y, en el segundo, la amplia producción modernista firmada por Pablo Monguió pero diseñada por Pere Caselles.[3]

En Zaragoza en 1865 se proscribió explícitamente:

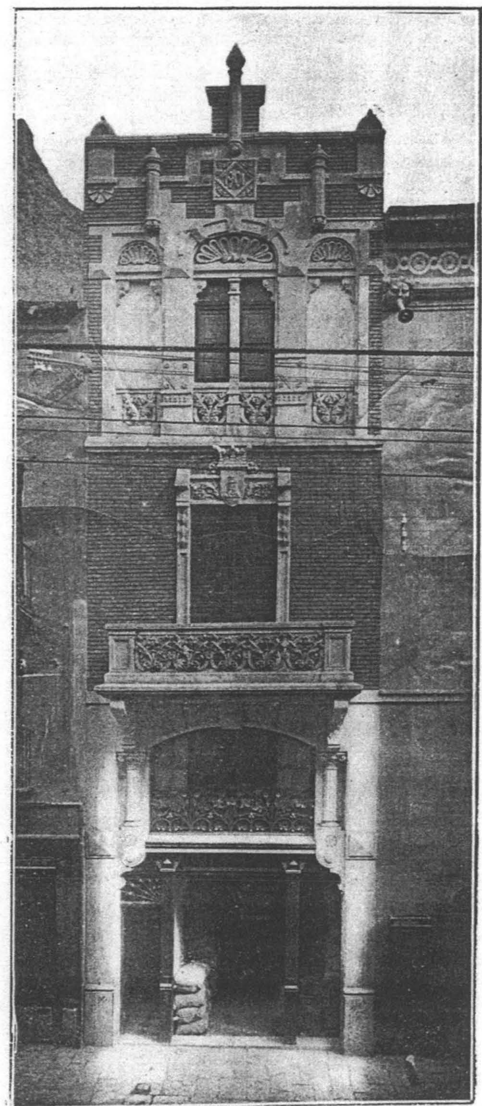
> El arquitecto municipal no podrá dedicarse a la formación de planos, dirección de obras, consultar, visuras, tasaciones judiciales, ni extrajudiciales, ni ningún otro trabajo de la profesión que no le sea encargado por el Ayuntamiento ó tenga relación con las obras del mismo (AASF 1865).

Asimismo en Reus, localidad vecina a Tarragona, también se prohibió de forma explicita. Aspecto que no agradó a los arquitectos municipales que vieron disminuir el volumen de su negocio. Francesc Blanch llegó a calificar la situación de hipócrita ya que:

> si algún ayuntamiento ha privado de ejecutar obras particulares á su Arquitecto, se ha engañado á si mismo, por que los planos de las obras que debía dirigir vienen firmados por otro arquitecto en cuyo caso menos responsabilidad para el Arquitecto Municipal (AHCR 1881).

Este pensamiento se recogió cinco lustros antes en la Real Orden del 10 de Junio de 1854 referente a las características de las licencias de obras en Madrid de casas no denunciables y que se encuentran fuera de alineación. En el epígrafe segundo se dictaminó:

ARQUITECTURA ESPAÑOLA CONTEMPORÁNEA



Casa particular en Reus.—Arquitecto: D. PEDRO CASELLES
FACHADA

Figura 1
Casa particular en Reus. Pedro Caselles. Fachada. *Arquitectura y Construcción*. 1–4–1912. Núm. 237

> Al lado de la firma del propietario ó su legitimo representante, pondrá la suya el arquitecto encargado de la obra, el cual responderá por solo este hecho de cuanto en

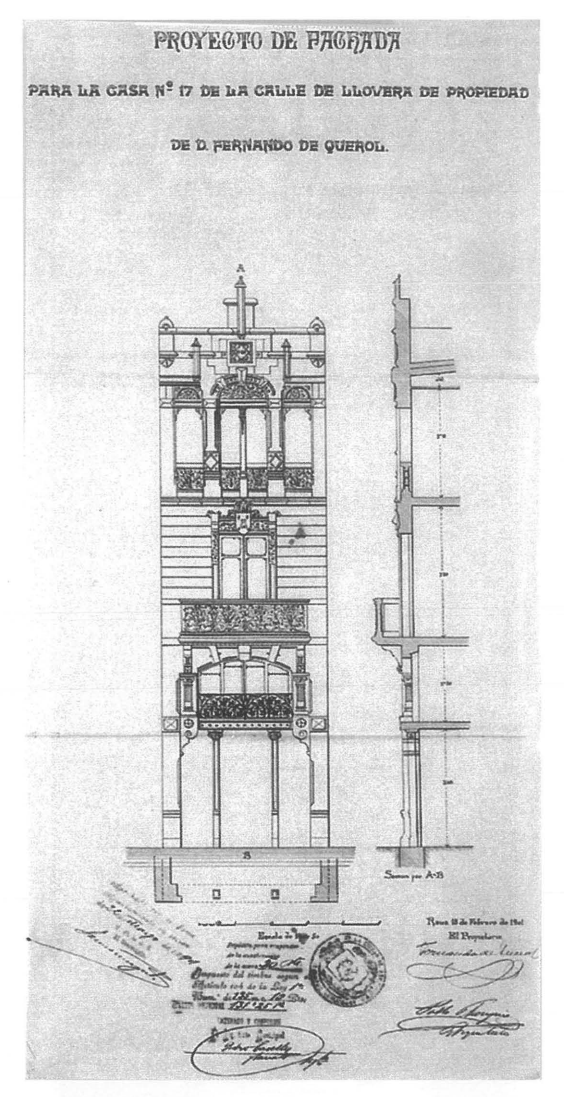


Figura 2
Proyecto de fachada para la casa nº 17 de la calle de Llovera propiedad de D. Fernando de Querol. Pablo Monguió Segura. 11–2–1901. AHCR

> dicha petición se estampe relativo a su profesión y quedará desde aquel momento considerado como director de la obra, y responsable de cuanto en ella ocurra, hasta que por uno de los dos ó por ambos se avise haber cesado en dicha dirección (García Cantalapiedra 1863, 76).

Y en el mismo contexto encontramos lo reglado en el artículo 388 de las ordenanzas de 1894 del Ayuntamiento de Igualada.

> Se reputará director facultativo de la misma, el que haya suscrito los planos, mientras no conste lo contrario (*Ordenanzas* 1894).

La polémica en torno a las firmas de los distintos facultativos nos muestra en primer lugar la existencia de fraudes y el incumplimiento de la ley. Así para un correcto examen es necesario cotejar las fuentes primarias con las características de la obra diseñada y el contexto de la misma. La información documental es fundamental, pero se alcanzará una visión objetiva siempre y cuando, sea factible analizar de manera conjunta el diseño y el resultado final. En este punto también seremos capaces de observar la evolución entre el pensamiento arquitectónico y la ejecución de la construcción.

En los expedientes de licencias de obras de Tarragona hemos apreciado que el diseño arquitectónico se fue normalizando de manera continuada. Podemos notar sobre todo diferencias concernientes a: la forma de presentación, el tipo de soporte y el contenido.

La modificación de la leyenda en los planos referentes a la vivienda doméstica es un claro síntoma de la transformación de la noción de arquitectura. A partir del siglo XVIII, predominó el término de *perfil* —o figura— con el que se intentaba recalcar el carácter de corte de la fachada con el resto del edificio, utilizado indistintamente para edificios de nueva planta o de reforma. En Tarragona tan sólo Jose Rosell y Rosell lo empleó entre 1843 y 1855. Con posterioridad *perfil* pasa a denominar únicamente las secciones de un edificio o de un tramo de vial. Lo más común en un inicio fue rotular *Casa de…*, o *Fachada de la casa de…* Así se intentaba realzar sobre todo la relación de la casa con la calle (1840–1923). Mientras que *Alzado…* se prefirió para obras menores como cercas o muros (1868–1887). La gran innovación conceptual fue en el momento de introducir la palabra *proyecto* puesto que, desde 1860, se otorgaba una mayor importancia a la idea que al resultado en sí.

La salubridad en las ciudades era una tarea pendiente, por ello se impulsó en el Bando de 1838, la obligación de presentar un platerreno o piso principal para toda obra de nueva planta con la finalidad de asegurarse una correcta distribución de las estancias

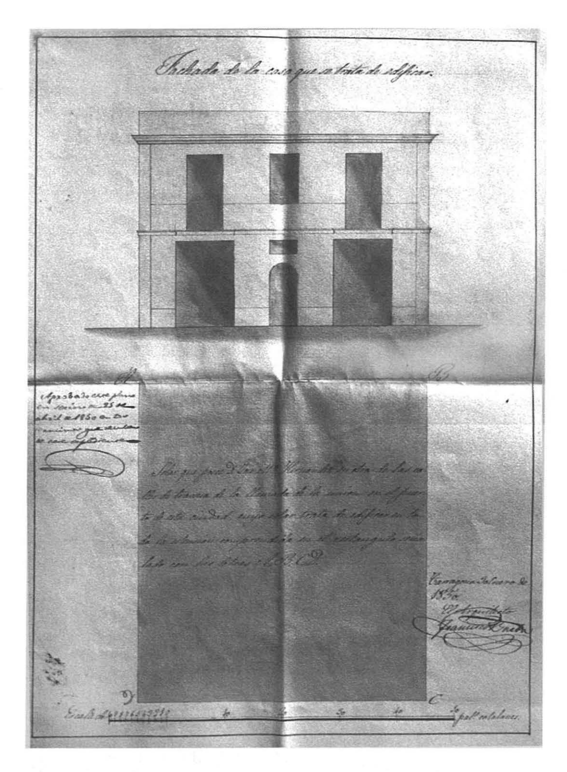


Figura 3
Fachada de la casa que trata de edificar. Francesc Barba Masip. 30–1–1850. AHMT

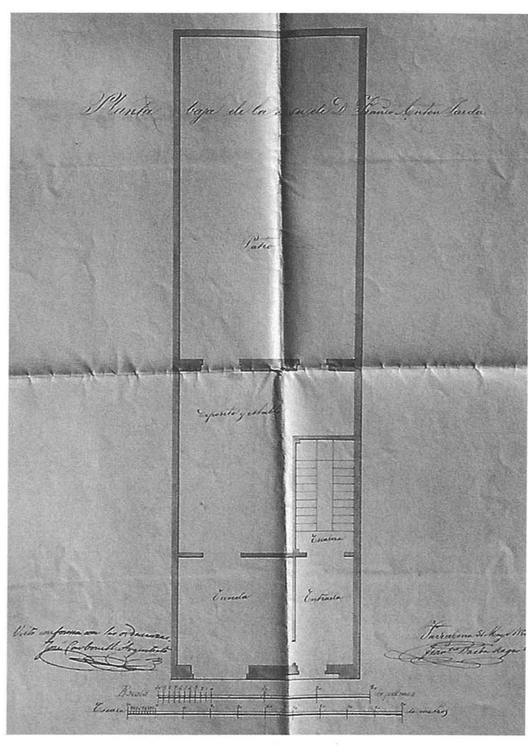


Figura 4
Planta baja de la casa de Don Francisco Anton Sarda. Francesc Barba Masip. 31–05–1860. AHMT

(1838, cap. 3º; 1843, art. 246). La aplicación no fue inmediata, el primer proyecto con dichas características esta firmado por Francesc Barba Masip con fecha del 30 de enero de 1850, para la vivienda de Jose Mª Hernández, ubicada en una de las travesías de la calle Unió (AHMT 1850), es un caso aislado, ya que no será hasta 1860 una práctica habitual. En Barcelona, fue un hábito común a partir de 1856, aunque su implantación contó con la oposición de los propietarios, quienes vieron en este requerimiento una «vejación al derecho de la intimidad».

La escala métrica hasta 1859, fue común el uso de la medida en palmos catalanes, pero, a partir de 1860, se optó por la escala métrica decimal. Hubo algunas excepciones, es el caso del proyecto de 1882 firmado por Magín Tomas, se trataba en realidad de un calco del proyecto por el formulado en 1870.

En ningún momento se menciona de manera oficial por el Ayuntamiento la necesidad de presentar secciones y detalles, aunque, a partir de 1870, pasa a ser algo común entre los proyectos presentados. Un primer ejemplo es la casa de Eloy Jordá diseñada por el arquitecto Ignaci Jordà para la calle de Ferreres —en la parte alta o casco histórico— (AHMT 1870). El teórico Modesto Fossas Pi recomendó en 1870:

> exigiríamos los planos de la fachada o fachadas con sus secciones acotadas y por lo menos una planta detallada

Quizás, esta costumbre influyó en las condiciones específicas de las viviendas a partir de 1889. En el artículo quinto se dictaminó:

> El decorador esterior de la fachada y los colores que para ello se adopten, se sujetaran a las reglas estéticas que exige el ornato público y deberán constar detalladamente en los planos presentados para su aprobación (AHMT, 1889).

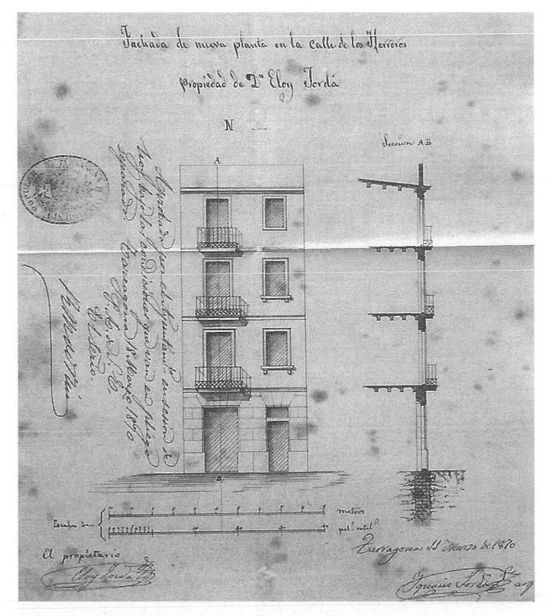


Figura 5
Fachada de nueva planta en la calle de los Herreros propiedad de Eloy Jordá. Ignaci Jordà Armalich. 11–3–1870. AHMT

La ordenanza de 1912 en el artículo 632 se especificó:

> Dichos planos se presentarán en papel tela o escala métrica de 1:50; 1:100, según sea la mayor o menor capacidad del edificio y puedan quedar bien marcados los adornos, molduras y demás cuerpos salientes con que se pretenda decorar la fachada.

La escala métrica mayor permitirá un conocimiento mas exhaustivo de los materiales y el tipo de construcción. El control sobre la edificación fue cada mas completo. A partir de la ratificación de las disposiciones formuladas el 17 de julio de 1929 por Josep M Pujol de Barberà para en Ensanche, se reguló que:

> 6º La solicitud de permisos de construcción o reforma de fincas radicadas en la Rambla de San Juan [hoy Rambla Nova] y calles de primer orden se acompañará del correspondiente proyecto, compuesto de *Memoria descriptiva*, expresando las características de la construcción, materiales empleados, sistema de desagüe de aguas residuales, condiciones higiénicas, justificación de los motivos ornamentales y de las dimensiones, y clases de pintura y colores a emplear etc. etc. y Planos trazados a escala 1:50 comprendiendo las plantas, fachadas y secciones, con los detalles que se consideren precisos para la mayor comprensión del proyecto, a escala mayor, sin perjuicio de que deberán cumplirse las reglas que acuerde la Junta de Sanidad relacionadas con la recogida de basuras (AHMT 1929).

Un aspecto a tener en cuenta es cómo se presentan los proyectos. Hemos de diferenciar el tipo de soporte. En un primer momento se elaboraron dibujos a tinta muy sencillos uniformes y en cierto modo imprecisos. En ellos se aprecia la importancia por resaltar la ordenación de los huecos, y casi siempre se prescinde en plasmar el tipo de material constructivo, las molduras o bien las carpinterías. Con la incorporación del

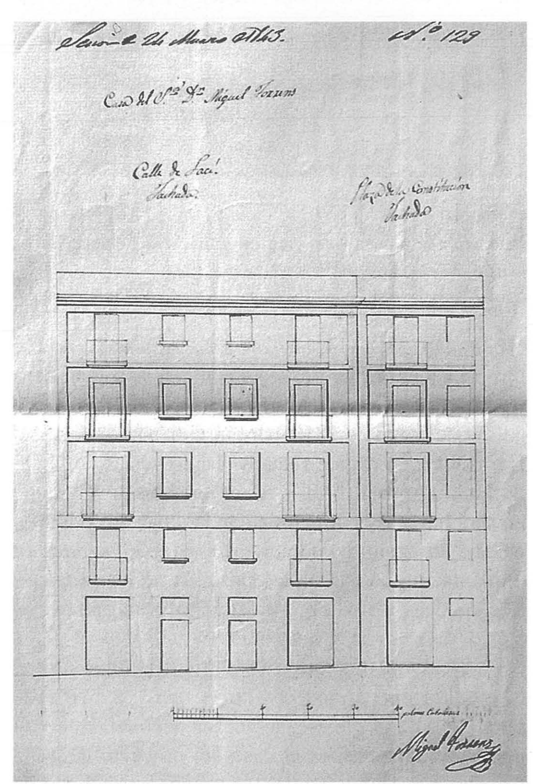


Figura 6
Casa del Sor Miguel Torrens. Calle de Laci. Plaza de la Constitucion. José Morera Inglés MO. 24–3–1843. AHMT

papel Carson se introducen los dibujos con aguadas, en la composición del proyecto se busca una apariencia mas clara y cuidada elaborándose diseños a plumilla y pincel, esta técnica permite representar líneas con distintos gruesos para poder así recalcar los distintos elementos compositivos —desde 1839 hasta 1862. Hacia 1860 fue imponiéndose la tela encerada, que convivió con las copias de ferroprusiato, que a su vez dejaron paso a las copias heliográficas; estas segundas sometidas con el paso del tiempo a un importante deterioro en el contraste de las tintas.

Los planos con aguadas nos permiten conocer de forma precisa el aspecto exterior de las fachadas. El abanico de elementos representados cada vez es mayor. A partir de esta serie se puede restituir la policromía de algunas casas. Se aprecia el uso habitual de piedra natural en la planta baja y de ladrillo estucado en las restantes. Se constata la importancia de los estucados imitando el marmoleado o piedra natural, el uso de plafones decorativos de barro cocido —entre 1853 y 1855 por Francesc Barba Masip (Arc de San Llorenç, 12; Arc de San Bernat, 3; Nau, 13; Plaça de la Font, 16)— o bien las líneas de forjado resaltadas con cornisas. Hay un especial énfasis por recalcar el remate. El vuelo de los balcones y los elementos salientes se matizan con un sombreado. Por último, la carpintería conocemos sus calidades.

En los proyectos con tela encerada el detalle llegó a ser incluso mayor pero se prescindió casi siempre en señalar el color de las fachadas mediante aguadas. El uso de varios colores de tintas nos ha permitido conocer en muchos casos la calidad de los materiales y el sistema constructivo.

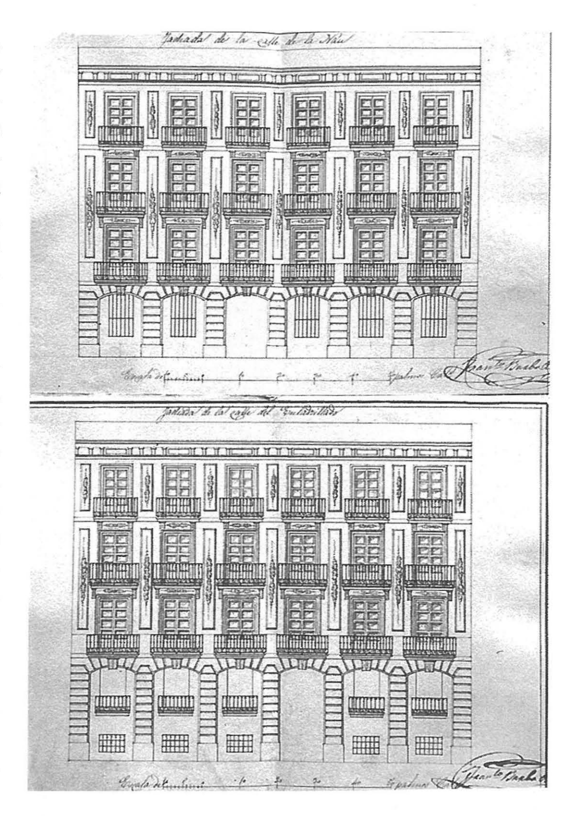


Figura 8
Casa de Juan Olivé Guradiola. Calle Nao. Calle Enrajolat. Francesc Barba Masip. 15–4–1853. AHMT

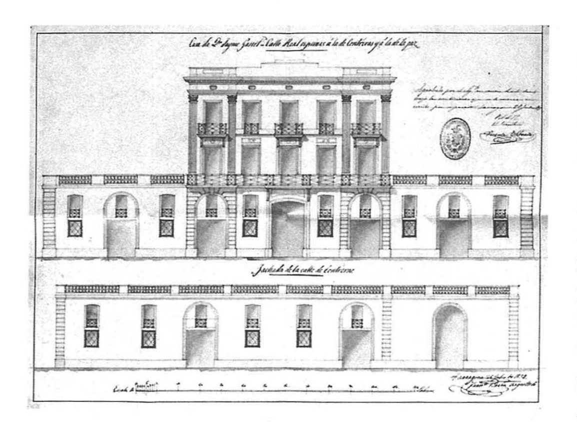


Figura 7
Casa de Don Jayme Gasset. Calle Real esquina a la de Contreras y á la de la Paz. Francesc Barba Masip. 26–7–1859. AHMT

A la solicitud del propietario se agregó una disposición con los requerimientos legales a que se debía ajustar el inmueble. Se trata de una hoja suelta, manuscrita en un primer momento y posteriormente impresa, con seis condiciones iniciales a partir del 30 de noviembre de 1859, actualizadas el 13 de noviembre de 1883, nuevamente revisadas el 10 de agosto de 1886 y renovadas el 8 de abril de 1889. Además de las indicaciones meramente administrativas —pago de tasas, establecimiento de multas, vara de acera...— se añadió la necesidad de pintar la fachada con colores de buen gusto, adecuarse a la línea y a la rasante de la calle, y por último disposi-

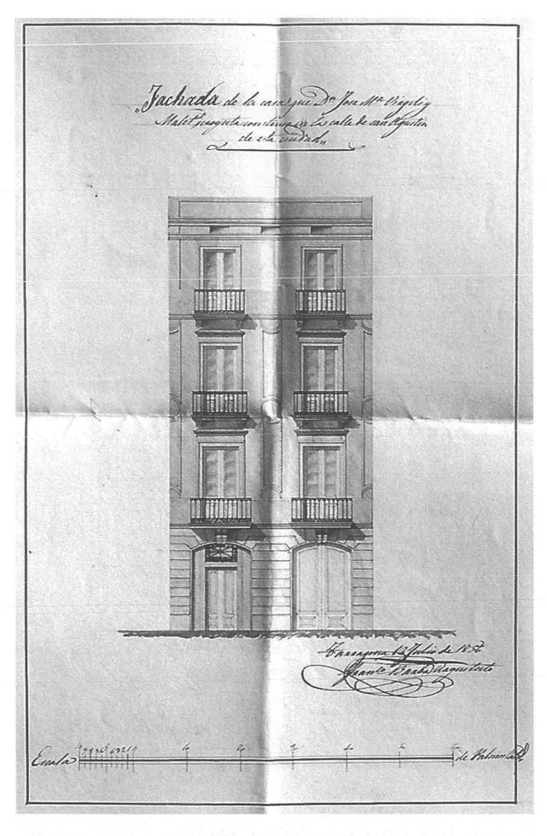


Figura 9
Fachada de la casa de Don Jose Mª Virgili y Malet proyecta construir en la calle de San Agustín de esta Ciudad. Francesc Barba Masip. 12–07–1856. AHMT

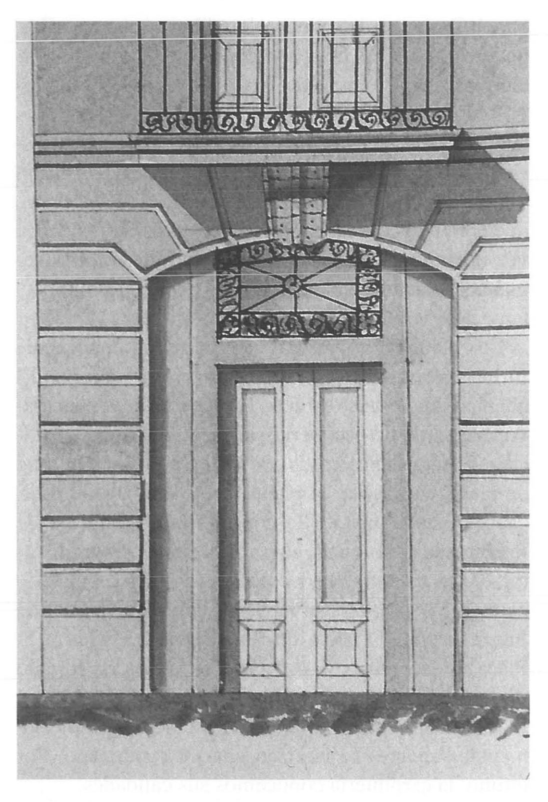


Figura 10
Fachada de la casa de Don Jose Mª Virgili y Malet proyecta construir en la calle de San Agustín de esta Ciudad. Francesc Barba Masip. 12–07–1856. Detalle. AHMT

ción de los canalones para las aguas pluviales. En 1883 se introdujeron dos novedades, la primera referente a los andamios y sus proporciones, y la segunda, relativa a los retretes y a su ubicación en un lugar ventilado. Finalmente, en 1889 se dictaminó la necesidad de dejar la vía libre de escombros u otros impedimentos, y la medida cautelar de una posible visita técnica por parte del arquitecto municipal con el fin de evitar posibles variaciones con el proyecto aprobado.

Los expedientes de licencias de obra constituyen una fuente primordial para la historia de la construcción. Hemos presentado unos breves apuntes sobre las características de los mismos, si bien es

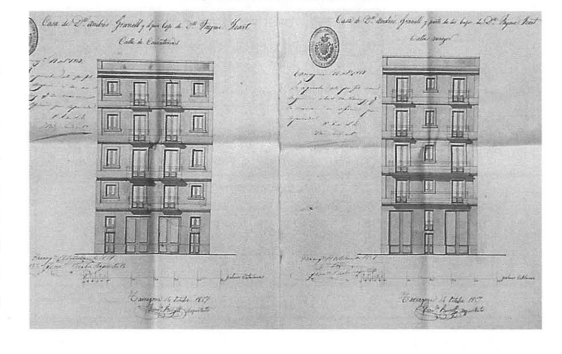


Figura 11
Casa de Don Andres Granell y parte de los bajos de Don Jayme Icart. Calle Mayor. Calle de Cuiraterias. Francesc Rossel Uget. 14–10–1857

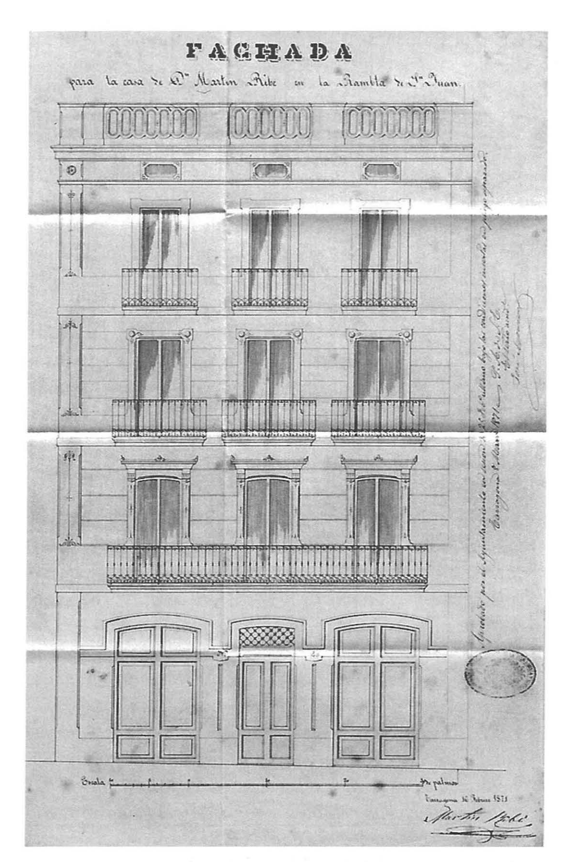


Figura 12
Fachada para la casa de Don Marti Ribé en la Rambla de San Juan. Magí Tomas Sacall. 16–2–1871. AHMT

cierto que dejamos para futuras publicaciones un análisis algo mas detallado sobre los sistemas constructivos y materiales empleados en la ciudad de Tarragona.

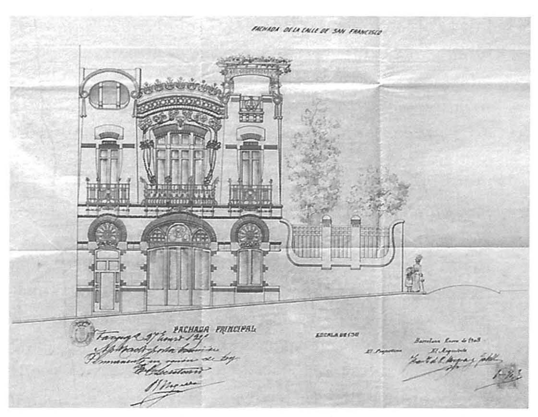


Figura 13
Casa de Rafael Grau. Calle San Francesc. Francisco de Paula Morera Gatell. 1903. AHMT

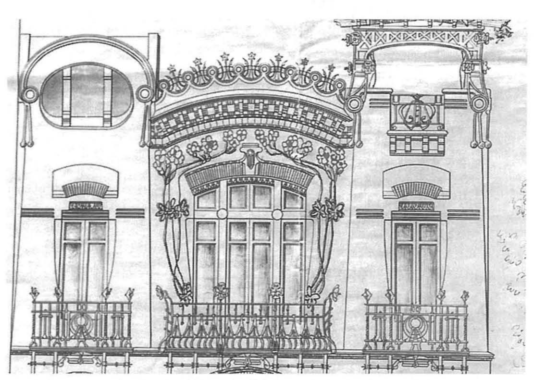


Figura 14
Casa de Rafael Grau. Calle San Francesc. Francisco de Paula Morera Gatell. 1903. Detalle. AHMT

Notas

1. El presente artículo recoge algunas de las conclusiones más destacadas de los trabajos elaborados para los postgrados «Técnicas de Organización de Archivos y Documentos» y «Archivos y gestión de la documentación» dirigidos por la Dra Montserrat Sanmartí en la Universitat Rovira i Virgili durante los cursos lectivos 2000/01 y 2001/02. El conocimiento detallado de las series documentales de licencias de obras es fruto de la investigación llevada a cabo para la realización de mi tesis doctoral *Arquitectura y transformación urbana de Tarragona (1834–1900)*, presentada en la Universitat Rovira i Virgili en Abril del 2003.
2. El debate se inició en 1981 a raíz de la consulta por parte de los arquitectos Jose Antonio Lorente, Luis Muniesa Bertrán y Ricardo Usón García del archivo municipal de Zaragoza que observaron que ningún proyecto de obra privada estaba firmado por Ricardo Magdalena. En relación al tema se han elaborado varios estudios de primerísima calidad en particular por parte de

Pilar Poblador Muga (1992. *La arquitectura Modernista en Zaragoza: Revisión Crítica,* Zaragoza, Diputación General de Aragón), Jesús Martínez Verón (1993. *Arquitectura Aragonesa: 1885–1920. Ante el umbral de la Modernidad,* Zaragoza, Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón) y Ascensión Hernández Martínez (1997. *Ricardo Magdalena. Cien años de historiografía sobre arquitectura modernista aragonesa,* Zaragoza, Institución Fernando el Católico CSIC).

3. En mi tesis doctoral incorporé un breve estudio sobre la figura del arquitecto municipal sus deberes e incompatibilidades del cargo. Gracias a la documentación manuscrita y publicaciones especializadas demostré, entre otras cosas, el intercambio de firmas entre Pere Caselle y Pablo Monguió. 2003. *Arquitectura y transformación urbana de Tarragona (1834–1900),* tesis inédita presentada en la Universitat Rovira i Virgili.

LISTA DE REFERENCIAS

AASF. 1865. Fondo Arquitectura. Arquitecto Municipal de Zaragoza. Sig. 42–9/2

Abella, F. 1867. *Ley de organización y atribuciones de los Ayuntamientos con las reformas en ella introducidas por el Real Decreto del 21 de Octubre de 1866, reglamento para su ejecución, tablas del número de electores elegibles, Tenientes de Alcalde y Regidores que corresponde á los pueblos según el número de vecinos y modelo para las operaciones electorales,* 29–32. Madrid: Oficina Tipográfica del Hospicio.

AHCR. 1881. Destitución de arquitecto Blanch. Sig. 2.4.3.13.

AHMT. 1838. 1835 a 1844 Obras particulares. Sig. 2 6.7.

AHMT. 1850. 1850–1852 Obras particulares. Sig. 3 6.7.

AHMT. 1861. Obras particulares. 1861 99. Sig. 12 6.7.

AHMT. 1870. 1870 á 1875 Obras particulares. 1870 20. Sig. 18 6.7.

AHMT. 1889. Policía Urbana. 1889 66. Sig. 37 6.7.

AHMT. 1929. Ensanche. 1929 31. Sig. S/sig.

AHT. 1781. Fondo Ayuntamiento de Tarragona. Actas Capitulares y de los acuerdos celebrados por el Muy Iltre. Ayuntamiento y sus Corregidores en la Ciudad de Tarragona 1781. 1.6.1 sesión 7.5: fol. 53.

AHT. 1783. Fondo Ayuntamiento de Tarragona. Actas Capitulares y de los acuerdos celebrados por el Muy Iltre. Ayuntamiento y sus Corregidores en la Ciudad de Tarragona 1783. 1.6.1 sesión 11.4: señal 60, fol. 282.

Anguita Cantero, R. 1997. *Ordenanza y policía Urbana. Los orígenes de la reglamentación edificatoria en España (1750–1900),* 173–175; 240–243. Granada: Universidad de Granada.

Anguita Cantero, R. 1992. Las ordenanzas municipales como instrumento de control de la transformación urbana en la ciudad del siglo XIX, *Cuadernos de Arte de Granada,* 23: 463–482.

1845. *Colección de las leyes, decretos, decretos y declaraciones de las cortes, y de los reales decretos, ordenes, resoluciones y reglamentos generales expedidos por los respectivos ministerios desde 1º de Enero hasta fin de Junio de 1845,* t. 34: 8–32. Madrid: Imprenta Nacional.

1856. *Colección legislativa de España (continuación de la colección de decretos). Tercer trimestre de 1856,* t. 69: 39–85. Madrid: Imprenta Nacional.

1858. *Colección legislativa de España (continuación de las colecciones de decretos), Cuatro trimestre de 1858,* t. 78: 203–205. Madrid: Imprenta del Ministerio de Gracia y Justicia.

1860. *Colección legislativa de España (Continuación de la colección de decretos). Primer Semestre de 1860,* t. 83: 194–203. Madrid: Imprenta del Ministerio de Gracia y Justicia.

1862. *Colección de las disposiciones más notables del Gobierno de la Provincia de Tarragona para la mejor administración de la misma desde 23 de abril de 1861,*126. Tarragona: Imprenta y librería de José Antonio Nel.lo.

1837. *Decretos de SM la Reina Doña Isabel II dados en su real nombre por su Augusta Madre La Reina Gobernadora y Reales Ordenes, Resoluciones y Reglamentos generales expedidos por las secretarías del despacho universal desde 1 de Enero hasta fin de diciembre de 1836. Incluyese en el apéndice las leyes y decretos de las cortes anteriores por las actuales y por S. M. han sido restablecidas en el mismo años por Don Josef Maria de Nieva,* Apéndice, 21: 108–161. Madrid: Imprenta Nacional.

Cámara, M. de. 1871. *Tratado teórico práctico de Agrimesura y arquitectura legal.* Valladolid: Imprenta Nacional y Extranjera de Hijos de Rodríguez.

Embid Irujo, A. 1978. *Ordenanzas y reglamentos municipales en el derecho español,* 17–251. Madrid: Instituto de Estudios de la Administración Local.

García Cantalapiedra, J. 1863. *Manual completo de Policía urbana y de construcciones civiles o recopilación de toda la legislación vigente relativo al ornato, comodidad y salubridad de las poblaciones; alineación y rotulación de calles; altura de casas; numeración de manzanas y construcción de edificios públicos: seguido de un Proyecto de Ordenanzas Municipales, por la redacción del Boletín de Administración local y de los pósitos que publica y dirige en esta corte el Dr. en Jurisprudencia D. José García Cantalapiedra,* 14. Madrid: Imprenta de D. Ramón Campuzano.

Martínez Alcubilla, M. 1877. *Diccionario de la Administración Española. Compilación de la novísima legislación de España Peninsular y ultramarina en todos los ramos de la administración pública,* tomo 1: 387–473. Madrid: s.e.

Martínez Alcubilla, M. 1886. *Diccionario de la Administración Española. Compilación de la novísima legislación de España Peninsular y ultramarina en todos los ramos de la administración pública,* tomo 1: 743–824. Madrid: s.e.

Martínez Alcubilla, M. 1914. *Diccionario de la Administración Española. Compilación de la novísima legislación de España Peninsular en todos los ramos de la administración pública,* tomo 2: 237–418. Madrid: s.e.

Mas y Abad, C. 1850. *Consultor de Alcaldes y Ayuntamientos,* 250. Madrid: Imprenta y Libería de José María Marés.

Ministerio de Fomento. 1927. *Disposiciones dictadas desde 13 de Septiembre de 1923 hasta el 31 de Septiembre de 1926, asuntos generales,*28–32. Madrid: Imprenta España.

1894. *Ordenanzas municipales de la leal, denodada y benemérita ciudad de Igualada*, 97. Igualada: Imprenta Mariano Abadal.

1913. *Ordenanzas Municipales de la ciudad de Tarragona.* Tarragona: Imprenta Llorens y Cabré.

Ortueta Hilberath, E. de. 1998. La reglamentación de la edificación privada y su repercusión en la construcción. El caso de Tarragona. En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 357–363. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Universidad de A Coruña.

1843. *Reglamento jeneral de policía urbana, rural y de Serenos para la ciudad de Tarragona,* Tarragona: Imprenta Llorens y Cabré.

Sabaté, J. 1999. *El proyecto de la calle sin nombre. Los reglamentos urbanos de la edificación París-Barcelona,* 138–141; 195–198. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos.

Sierra Valentí, E. 1979. El expediente administrativo. Esbozo de tipología documental. *Boletín Anabad,* 29, 2: 61–74.

Tarraubella i Mirabet, X. 1997. Legislació, competències i documentació municipal en matèria d'urbanisme en els segles XIX i XX. *Lligall,* 11: 159–174.

Las bóvedas de crucería rebajadas: criterios de diseño y construcción

José Carlos Palacios Gonzalo

La bovedas de crucería, lejos de desaparecer con la llegada del Renacimiento, conocieron un enorme desarrollo en casi todos los paises de Europa. En España concretamente, estas bóvedas de tradición medieval, convivieron a lo largo de los siglos XV y XVI junto a la arquitectura clásica; algunos arquitectos incluso, llegaron a practicar indistinta y simultáneamente ambas concepciones de la arquitectura.

Concebir y realizar un edificio «a lo romano» significaba atenerse a los cánones clásicos del Renacimiento. Frente a esta arquitectura, lo largo de los siglos XV y XVI, existía la posibilidad a de concebir el edificio «a lo moderno» si, por el contrario, se acometía el diseño de éste siguiendo pautas góticas tradicionales. Al pensar, más concretamente, en la realización de sus bóvedas, el rigor del diseño clásico impondría un cúpula esférica o alguna bóveda de cañón o de planta cuadrada, ya sea en rincón de claustro o por aristas, todas ellas perfectamente acordes con los principios vitruvianos. Construir esas mismas bóveda, en términos más tradicionales nos hubiera llevado a concebirla mediante el nervio y plementos.

Cabría por tanto preguntarse la razón que justifica esa calificación de «moderna» que los arquitectos góticos del Renacimiento daban a sus bóvedas. Para responder a esta pregunta, no solamente hemos de ser conscientes de la enorme distancia temporal que separa las primeras bóvedas góticas francesas del XII y XIII con las que se construían durante los siglos XV y XVI, además, son profundamente diferentes, no solo por su complejo diseño de claves y crucerías, sino también por su concepción espacial y geométrica.

Tres siglos más tarde de la construcción de las bóvedas sexpartitas de Nôtre Dame en París, la bóveda ojival ha alcanzado un nivel de ligereza, elegancia y economía que, para los arquitectos que las construían, significaban algo radicalmente nuevo y moderno, con escasas vinculaciones con aquellas pesadas carcasas pétreas del primer gótico. Desafortunadamente todo este tipo de abovedamientos, tildado de eclético y manierista ante el gótico clásico francés, ha recibido escaso interés cuando no, un menosprecio injustificado.

Este artículo pretende adentrarse en el conocimiento de este tipo de bóvedas con el análisis de dos modelos que, a nuestro juicio, ponen de manifiesto la gran habilidad constructiva alcanzada por las bóvedas de crucería en la resolución de un problema clásico: la bóveda rebajada o bóvedas planas.

Las bóvedas rebajadas tuvieron en España un gran desarrollo con la introducción de una tipología de iglesia conventual netamente española. El coro que en las catedrales españolas ocupaba la parte central de la nave principal, y que en la mayor parte de la iglesias europeas se situaba en el presbiterio, va a encontrar, en este tipo de iglesias, un nuevo lugar de acomodo a los pies de la nave central, sobre una tribuna elevada bajo la cual se accede a la iglesia. Este plano horizontal, generalmente de considerables dimensiones, era soportado por una serie de bóvedas

que debían de ser rebajadas al objeto de no elevar excesivamente este nivel y permitir la comunicación visual entre esta plataforma elevada sobre el piecero y el altar mayor.

Examinaremos en esta ponencia dos ejemplos concretos de este tipo de bóvedas, profundizando en sus aspectos geométricos y constructivos. Veremos con detalle las bóvedas que soportan el coro del convento del real monasterio de San Jerónimo de Madrid, un obra que podríamos considerar adscrita a la escuela toledana de Juan Guas (foto 1) llevada a cabo a finales del XV, y las bóvedas bajo el coro de la iglesia conventual de San Marcos en León atribuidas al arquitecto Juan de Álava (foto 2) comenzadas en 1531.

El diseño de la crucería

Comparemos en primer lugar los croquis que se muestran en las figuras 1 a y b, en ellos, sobre el dibujo de sus crucerías, hemos superpuesto la trama geométrica subyacente que ordena y hace posible la traza de su planta. Se trata, en ambos casos, de dos plantas rectangulares de unas dimensiones próximas a los 11m. para el lado mayor y 7 metros el lado más pequeño, sus dimensiones exactas se atienen con exactitud a una proporción entre los lados de 2 a 3 lo que en España era conocido como un rectángulo *sesquiáltero*; este rectángulo permite extender sobre él una trama de regular de 6x4 que permite localizar sobre ella casi todas las claves.

Al observar la planta de Los Jerónimos de Madrid (fig. 1a) vemos en primer lugar, como las claves de sus terceletes se sitúan escrupulosamente sobre la trama de 6x4. Notemos además que esta bóveda carece de nervio ojivo y que está construida con dobles terceletes (2 y 3) en la dirección mas alargada. Aparentemente la bóveda de San Marcos (fig. 1b) presenta un diseño mucho más complejo debido a la profusión de nervios combados, muy propio de la es-

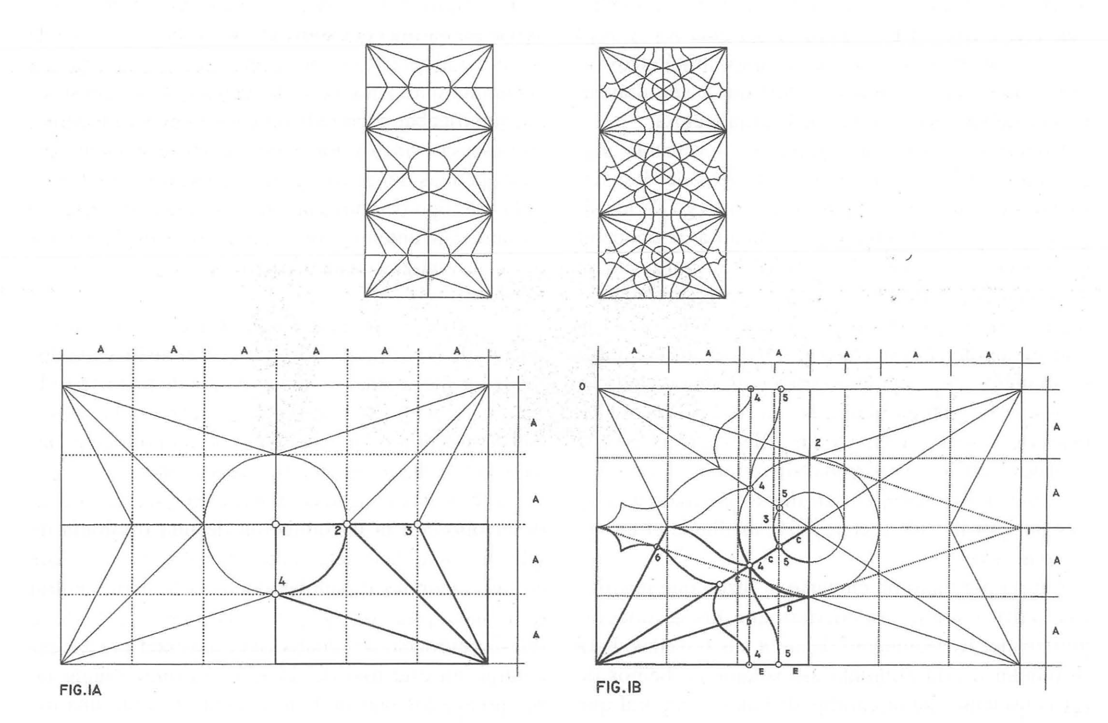


Figura 1a
Traza del diseño de la planta de la bóveda de Los Jerónimos, Madrid

Figura 1b
Traza del diseño de la planta de la bóveda de San Marcos, León

cuela burgalesa y especialmente del arquitecto Juan de Alava sin embargo, un examen más atento, nos permitirá comprobar que las claves en uno y otro caso se sitúan de forma parecida sobre la trama de 6x4. En este caso existe, como suele ser habitual, el nervio ojivo y encontramos un sólo juego de terceletes en cada lado; además d eeste juego de nervios, la superficie de la bóveda, está adornada con una gran cantidad de combados cuyos criterios de localización se han puesto de manifiesto en la figura que estamos examinando: inscrito en el gran círculo central, encontramos un doble círculo de radio mitad, este círculo corta al ojivo en los puntos 5 que a su vez, por alineamiento, localizan el arranque del combado 5 sobre el perpiaño. De igual manera sucede con el círculo mayor que, al cortar al ojivo, fija la posición de las claves 4 que de nuevo por alineamiento determina la clave 4 sobre el perpiaño. El radio c del circulo pequeño determina el tercer cruce de combados sobre el ojivo y, por ultimo, la clave 6 se fija al prolongar el tercelete mayor y hacerlo cruzar sobre el pequeño.

Como puede apreciarse en la fotografías, la bóveda de Madrid tiene un diseño polar alrededor de la clave central de la bóveda mientras que, en León, además del diseño central, subrayado por los dobles círculos, se crea, con los combados, una red de nervios que, al terminar bruscamente en el perpiaño, va a permitir enlazar unas bóvedas con otras creando una red que se extiende sobre todas ellas. Los diseños polares, las *sterngevölbe* alemanas, tubieron un éxito enorme en España donde, por el contrario, los diseños en red, las *netzguewölbe* tan frecuentes en centroeuropa, tuvieron escasa relevancia. La excepción a esta regla es quizá Juan de Álava que desarrolló notables ejemplos de abovedamientos en que el los nervios van saltando de tramo en tramo para constituir asombrosas y sofisticadísimas redes.

La curvatura de los nervios

Donde las bóvedas de crucería alcanza su mayor grado de refinamiento es, sin lugar a dudas, en la traza geométrica de sus nervios. La multiplicación de crucerías y claves, tan característico de éste tipo de bóvedas, exige un control geométrico riguroso para fijar la forma y posición de cada uno de éstos arcos en su lugar y altura correctos; estos datos viene fijados por la superficie que previamente se ha escogido para dar forma a la bóveda, veamos a continuación cómo se lleva a cabo este proceso.

Las figuras 2 a y b, nos ilustran sobre este particular. Veamos que en ambos casos se han abatido las diagonales y en línea de puntos (sobre la parte superior del dibujo) se ha dibujado una semicircunferencia, que sería la traza de un nervio ojivo convencional: un arco de medio punto. Al obtener la altura de la plementería comprobamos que en ambas bóvedas alcanzan justamente la mitad de la altura del arco de medio punto. En la bóveda de Madrid apreciamos además otras coincidencia (fig. 2a); la altura de la clave del formero se encuentra a mitad de altura de la clave de la bóveda y la clave del arco perpiaño se encuentra / más baja que la altura de la clave central. En León (fig. 2b) la altura del perpiaño es coincidente con la de la clave de la bóveda mientras que la altura del formero parece ser aleatoria.

Las alturas anteriormente reseñadas junto a algunas intermedias nos ha permitido trazar con precisión la siluetas de las secciones longitudinal y transversal de ambas bóvedas: el espinazo, se trata de unas líneas curvas que en la terminología de XV se conocía como el *rampante*. Estas líneas son de la máxima importancia ya que determinan la altura de las claves situadas sobre ellas y, por tanto, los puntos de llegada de todos los nervios. En la parte superior de la figura 2 quedan dibujados los *rampantes* longitudinal y transversal de ambas bóvedas. Generalmente estas curvas suelen realzarse mediante sendos nervios que reciben el nombre de ligaduras; la bóveda de Madrid presenta ligaduras en las dos direcciones mientras que la bóveda de León sólo lleva ligaduras en la dirección transversal que, al coincidir en altura la bóveda y el perpiaño, es recta y horizontal.

Tras la simple observación de ambas bóvedas hemos de tener en cuenta que la bóveda de Madrid (foto 1) esta realizada con nervios escarzanos, es decir porciones de arcos de circunferencia, mientras que la bóveda de León (foto 2), está construida con nervios en carpanel, por tanto ovales o, dicho de otra forma, arcos de tres centros. Con las observaciones y datos anteriormente expuestos, es posible acometer la traza que describen cada uno de los nervios; empezaremos por el nervio ojivo.

Partiendo de la planta, procederemos a efectuar los abatimientos de los nervios ojivos (fig. 2). En el caso de la bóveda de Madrid este nervio es inexistente, no

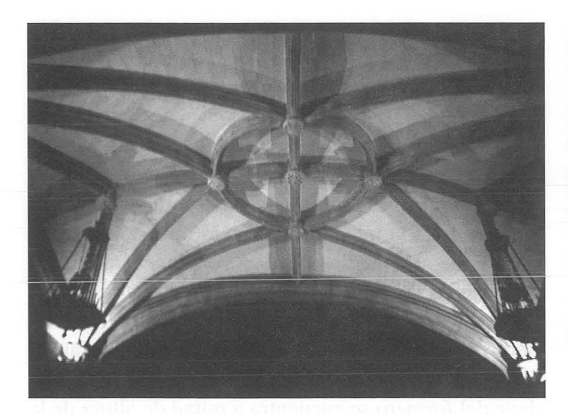


Foto 1
Bóveda escarzana bajo el coro del Monasterio de los Jerónimos, madrid. Escuela de Juan Guas

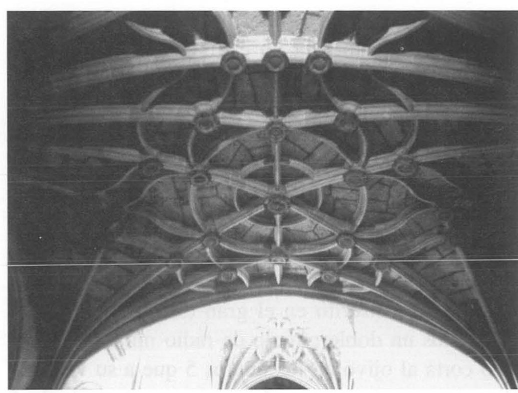


Foto 2
Bóveda en carpanel bajo el coro del Monasterio de San Marcos, León. Juan de Álava

obstante llevaremos a cabo la reconstrucción del perfil diagonal de la bóveda ya que su traza será de gran importancia para el conocimiento del resto de las nervaturas; así pues la diagonal de ésta bóveda, habida cuenta su altura y luz, describe el arco escarzano de centro C1. El ojivo de la bóveda de León es un

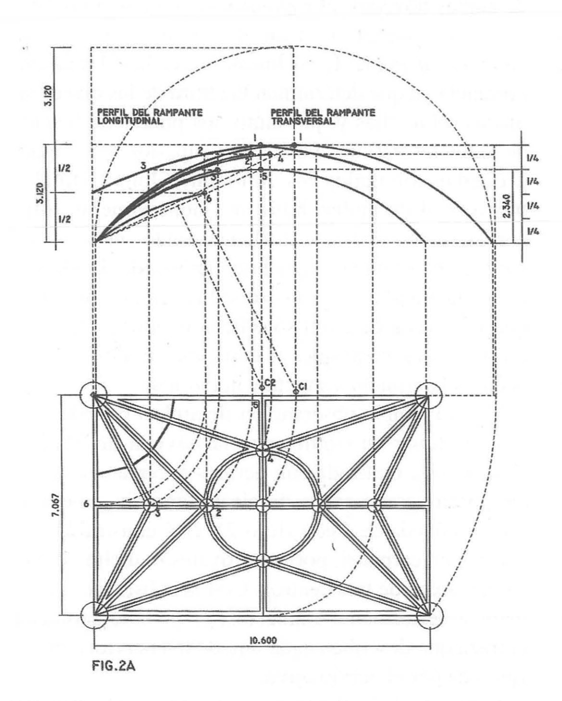


Figura 2a
Planta y alzado: diseño geométrico de los arcos, Los Jerónimos, Madrid

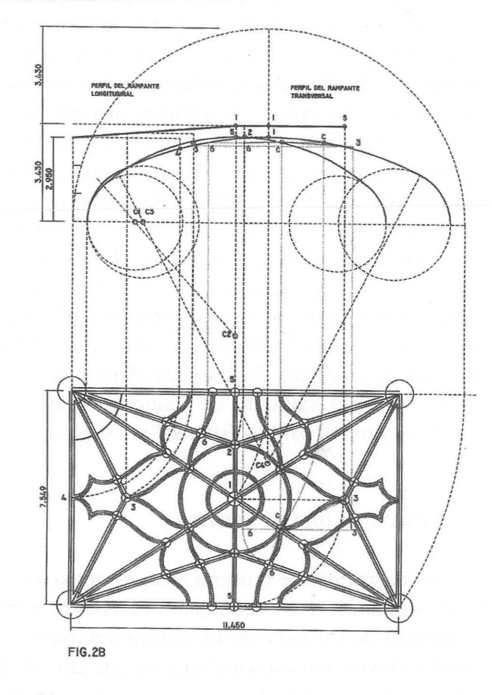


Figura 2b
Planta y alzado: diseño geométrico de los arcos, San Marcos, León

arco carpanel que debe alcanzar la altura de la clave central y la luz de la diagonal; para la traza de éste arco hemos fijado los centros C3 y C4 que permiten trazar un óvalo que parece adaptarse con bastante precisión a la forma de éste arco.

La construcción geométrica que acabamos de exponer se ha efectuado de forma diferente en ambos casos. Si observamos atentamente la figura 2 veremos que la diagonal obtenida en el caso de la bóveda de Madrid es la curva de contacto entre el nervio y la plementería, por lo que representa exactamente el perfil diagonal de la bóveda; por el contrario, en el caso de la bóveda de León hemos trabajado con la curva de intradós del nervio ojivo. Ambas formas de proceder son correctas y según los casos, trabajar con una u otra curva, puede facilitar la diseño y talla del haz de nervios en su arranque.

Para aclarar esta idea recomendamos observar la figura 3a y b. En el primer dibujo se muestra un arranque de nervaduras: se trata del salmer de una bóveda en la que todos los nervios concurrentes son de distinta sección, caso éste muy frecuente; notemos

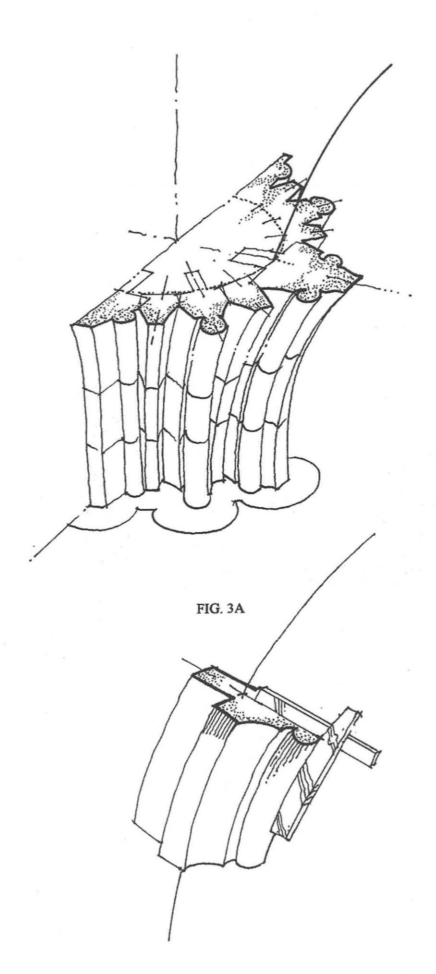


Figura 3a
Jarja de bóveda ejecutada arcos de secciones desiguales ordenados en círculo por el trasdós, porción de un arco con su curva directriz interna

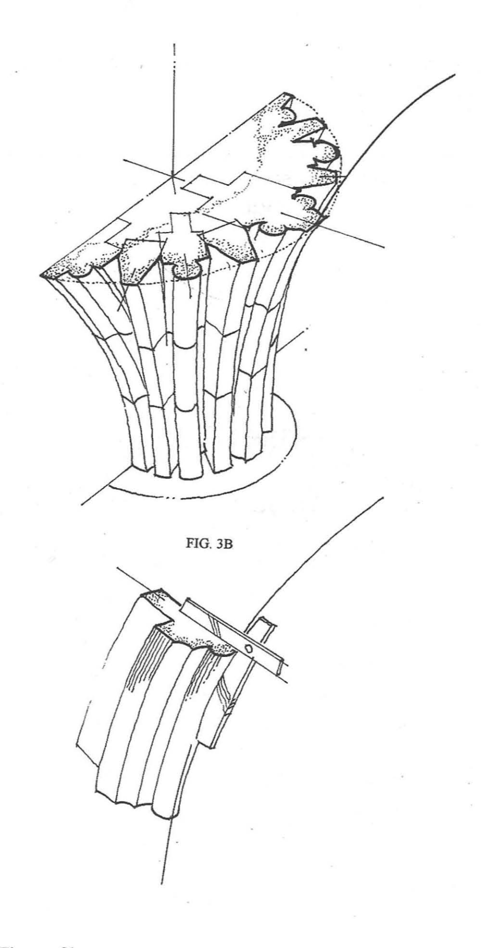


Figura 3b
Jarja de bóveda ejecutada arcos de secciones desiguales odenados en círculo por el extradós, porción de un arco con su curva directriz externa

sin embargo que, por el trasdós, los nervios se sitúan describiendo una circunferencia. Esta circunstancia hace que sea mucho más fácil trabajar con el perfil de trasdós del nervio, o si se prefiere con las juntas de plementería, que con el perfil de intradós de los arcos que, debido a su diferente tamaño, arrancan desde posiciones muy diversas; tal es el caso de la bóveda de Madrid. Por el contrario la bóveda de Juan de Alava tiene sus arcos de igual sección, excepción hecha del perpiaño, y todo ellos se sitúan describiendo un círculo por el intradós, tal y como indica la figura 3 b; esta circunstancia explica el hecho de que los perfiles de los arcos que hemos obtenido sean precisamente los de intradós. Junto al dibujo de ambas jarjas vemos representada un par de dovelas, cada una de ellas con su curva de referencia y el baibel que facilita su talla.

Con los criterios anteriormente expuestos procederemos a calcular la curva del resto de los arcos de que se componen ambas bóvedas: los arcos perpiaños, los terceletes, tres en el caso de la bóveda de Madrid y dos en bóveda de Juan de Alava y por último los formeros.

Comencemos por los perpiaños: en la bóveda madrileña hemos trazado el arco escarzano que se adapta a la cara posterior del arco perpiaño y que alcanza la altura de la clave 5; este arco tiene su centro en C2. El perpiaño de la bóveda de León, trazado con el perfil de intradós del nervio, es un óvalo que, igualmente, alcanza la altura de la clave 5 que, como la ligadura transversal es horizontal, coincide con la clave central de la bóveda (Fig. 2,b); hemos situado sus centro en C1 y en C2.

Posteriormente se han ido abatiendo cada uno de los terceletes y dibujando sus perfiles, recordemos que esta operación ha sido posible gracias a que conocemos la altura de sus claves en los *rampantes*. En el caso de la bóveda de Los Jerónimos de Madrid, hemos dibujado la forma de los arcos escarzanos 2,3,4 y 6 si contamos el formero. Cuando llevamos a

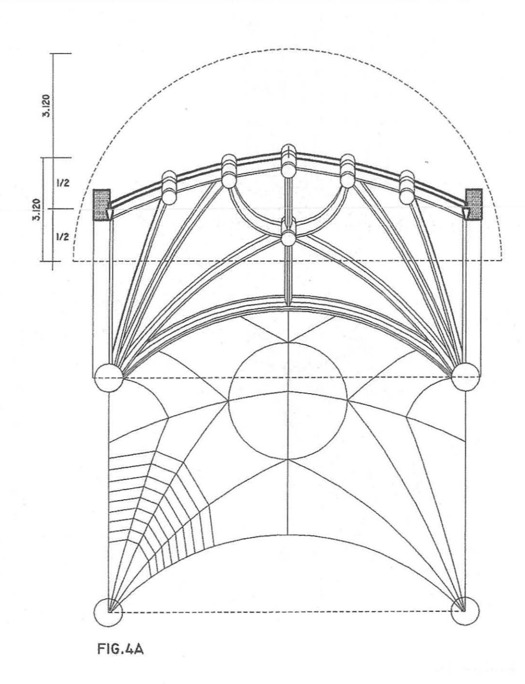


Figura 4a
Sección perspectiva de la bóveda de Los Jerónimos de Madrid, disposición de la plementería.

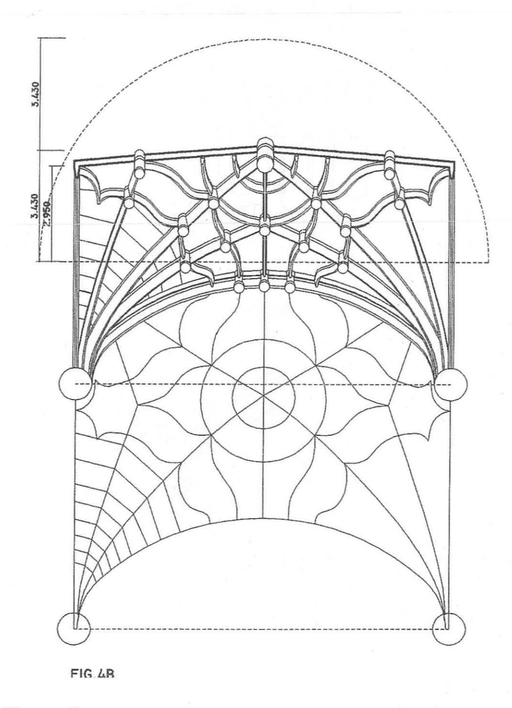


Figura 4b
Sección perspectiva de la bóveda de San Marcos de León, disposición de la plementería.

cabo la misma operación sobre la bóveda leonesa vemos cómo las alturas de los dos terceletes 2 y 3 así como el formero 4 se sitúan sobre el contorno de arco ojivo que habíamos calculado previamente, lo que indica que estos tres arcos son porciones del arco diagonal. Llevados por el mismo principio, hemos trazado los cuatro arcos de la bóveda madrileña usado la misma curva del ojivo, aun cuando este no existe físicamente, de manera que son, en realidad, fragmentos del mismo arco virtual. En León el ángulo de salida de todos los arcos es el mismo: 90 °, mientras que en Madrid aunque la curvatura de todos los arcos es idéntica, difieren en su ángulo de arranque.

Por tanto podemos aventurar que en ambos casos todos los arcos con que se construyen las dos bóvedas, excepción hecha de los perpiaños, son iguales. Es inútil insistir en la enorme ventaja que esta estadarización de la curvatura de los nervios representa, pensemos únicamente que con una pareja de cimbras distintas es posible construir cada una de las bóvedas, por otra parte, formalmente, resulta sorprendente comprobar cómo finalmente unas crucerías tan complejas pueden llegar a simplificarse hasta tal punto.

Quedan por definir la traza de los combados. Observemos en primer lugar que ambas bóvedas llevan combados circulares, doble en el caso de León; llamamos la atención sobre el hecho de que este tipo de combados redondos de grandes dimensiones sólo es posible ejecutarlos sobre bóvedas rebajadas o aquellas de *rampante redondo* ya que, este adorno requiere para su ejecución superficies continuas; pensemos en el desagradable aspecto de un nervio círcular quebrado como resultado de una bóveda de plementerías muy abruptas. Además de los círculos, la bóveda leonesa lleva un fuerte equipo de combados destinados en gran medida a establece enlaces con la bóvedas colaterales, creando una red contínua entre ellas. A título de ejemplo, se han calculado la traza de los dos combados que parten de la clave C, hasta las claves 3 y 6; hemos destacado en sepia esta construcción geométrica que nos permite conocer la verdadera magnitud e inclinación de estos nervios. Entre cada clave, los nervios combados, pueden ir fragmentados dependiendo de la longitud del tramo, sin embargo, entre dos claves contiguas, los combados no son arcos sino porciones planas de un nervio curvado, los cortes inclinados de sus juntas mantienen estos nervios en su posición. Tampoco sirven de apoyo a la plementería ya que ésta pasa por encima de los combados con piezas enterizas que no se interrumpen con su encuentro.

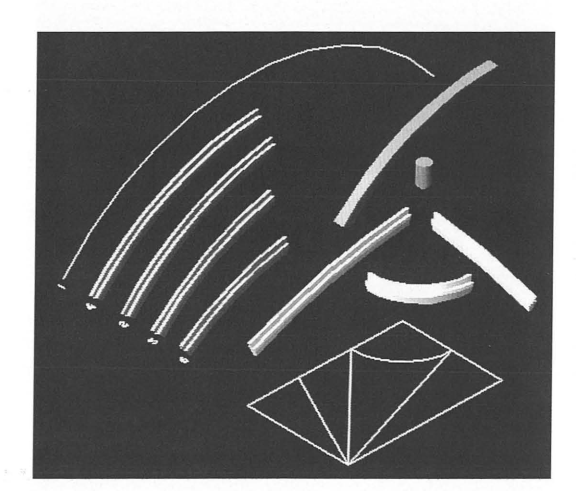


Figura 5a
Los Jerónimos, Madrid, representación esquemática de la colección de piezas necesarias para el montaje de un cuarto de la bóveda.

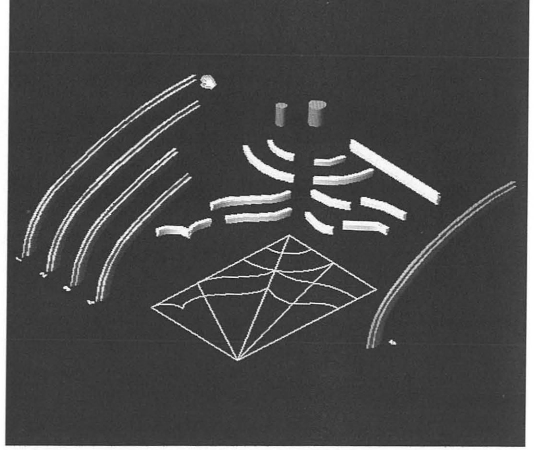


Figura 5b
San Marcos, León, representación esquemática de la colección de piezas necesarias para el montaje de un cuarto de la bóveda.

Las figuras 4a y b muestran la sección y volumetría de la bóveda comparando ésta con el arco de medio punto. Sobre la parte inferior de este dibujo vemos la disposición del dovelaje que se efectúa, en ambos, casos mediante hiladas circulares aún cuando, como es el caso de la bóveda de Madrid, estas hiladas no puedan ser horizontales debido a las diferentes alturas de los nervios. Pensemos que esta plementería puede colocarse entre los arcos si la ayuda de cimbra alguna ya que, la distancia entre las crucerías, hace completamente innecesaria el uso de ningún medio auxiliar de apeo, precisamente esta gran ventaja explica, con toda seguridad, la multiplicación de nervaduras sobre el sencillo esquema constructivo de la bóveda ojival francesa de la cual, no conocemos aún con precisión, de que forma se llevaba a cabo la construcción de esas enormes plementerías.

Por último presentamos las figuras 5 a,b y 6 a,b. Sobre la figura 5 podemos ver, esquemáticamente representado, el juego completo de piezas diferentes necesarias para montar cada una de las bóvedas mientras que, en la figura 6a y 6b, vemos el montaje de un cuarto de dicha bóveda. Por último, en las figura 7 podemos ver la reconstrucción volumétrica de ambas bóvedas, apreciando con nitidez su forma; los colores ponen de manifiesto los elementos cualitativamente diferentes que intervienen en su construcción.

Conclusiones

Como decíamos en un principio, las bóvedas de crucería han sido injustamente tratadas. Para Choisy,la complejidad de su traza no representaba sino la decadencia de la técnica poderosa y limpia que encontramos en los abovedamientos del gótico clásico francés, parecidas opiniones se desprenden de los textos de Viollet-le-Duc. Posteriormente han sido escasos y muy fragmentados los estudios tendentes a remediar esta situación.

La ponencia que antecede tiene la intención de poner de relieve la sabiduría que encierran este típo de bóvedas y, con su conocimiento, apreciar el ingenio constructivo que subyace bajo buena parte de los abovedamientos europeos realizados durante el Renacimiento que, lejos de atenerse a los principios clásicos, siguieron profundizando en una técnica de abovedar de tradiciones muy antiguas.

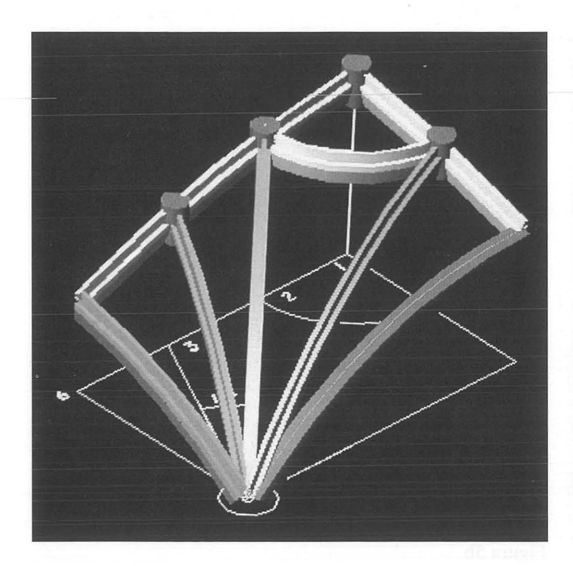


Figura 6a
Montaje de las crucerías y claves de la bóveda de Los Jerónimos, Madrid.

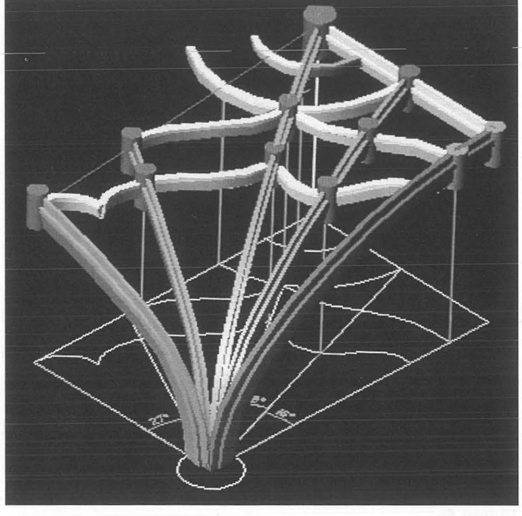


Figura 6b
Montaje de crucerías y claves de la bóveda de San Marcos, León.

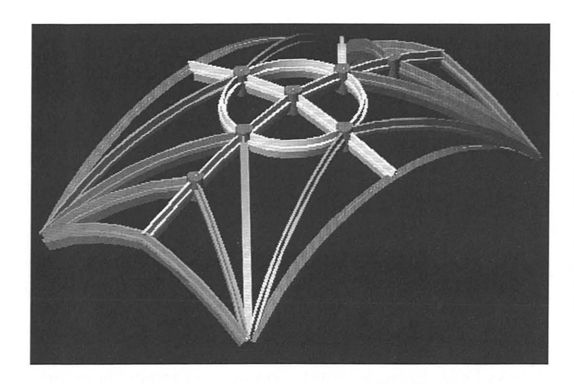


Figura 7a
Volumetría de la bóveda del sotocoro de Los Jerónimos, Madrid.

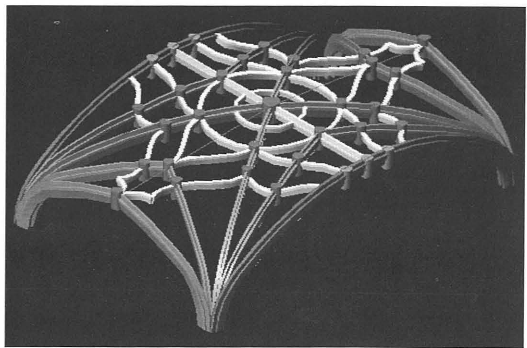


Figura 7b
Volumetría de la bóveda del sotocoro de Los Jerónimos, Madrid.

La aparición de la bóveda ojival había supuesto un avance enorme en cuanto a la racionalización y control de empujes así como en la economía de las mismas: con espesores mucho menores se obtenían luces mayores y mejor iluminadas. Ahora, la multiplicación de nervios, expresivas viene a resolver un problema constructiva de gran importancia; con ellos se trata de prescindir de las cimbras necesarias para el apeo de las plementería. La proximidad de los nervios hace sin duda innecesaria la presencia de estos medios auxiliares de obra ya que los entrepaños pueden fácilmente rellenarse sin más apoyo que los trasdoses de los terceletes. Podríamos considerar las complejas tramas de crucerías como una formidable cimbra perdida realizada en piedra.

Este tejido de arcos, no termina únicamente en un complicado diseño plano sino que se ve acompañado de un control y dominio de la volumetría de la bóveda que, abandonando los simples caparazones del primer gótico, desarrolla formas notablemente más interesantes y sofisticadas. Es tarea no puede llevarse a cabo sin un control absoluto de la geometría de esta superficie que, más allá de la planta, debe atender y comprender la posición de cada punto de la superficie de la bóveda. Frente a su complejidad formal, hemos podido descubrir el ingenio de la simplifica-

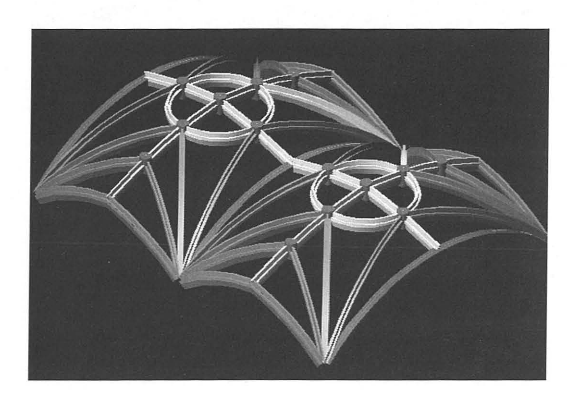


Figura 8a
Red espacial del sotocoro de Los Jerónimos, Madrid. Escuela de Juan Guas

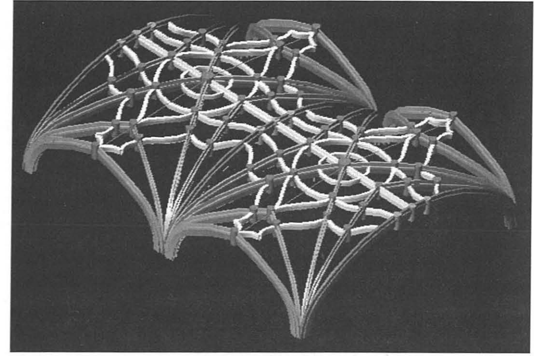


Figura 8b
Red espacial del sotocoro de San Marcos, León. Juan de Álava

ción en el diseños de sus arcos: una arquitectura formalmente compleja basada en principios sencillos. Los abovedamientos góticos del Renacimiento representan, en nuestra opinión, la cima de la esterotomía y geometría medieval, las espectaculares redes espaciales que mostramos en las figuras 8 muestran elocuantemente esta idea.

Como suele ocurrir frecuentemente en la historia de la arquitectura, de un principio constructivo se deriva toda una manera de entender la arquitectura. Tal es el caso de las bóvedas tardogóticas cuyo ingenio y eficacia hizo que traspasara los confines de medioevo para desarrollar sus capacidades expresivas incluso más allá del Renacimiento.

Lista de referencias

Bechmann Roland. 1981. *Les racines des cathédrales,* Paris: Payot & Rivages.

Castro Santamaría,Ana.2002. *Juan de Álava, arquitecto del Renacimiento,* Salamanca: Caja Duero

Choisy,Auguste. 1899. *Histoire de l'Architecture,* Paris

Frank, Paul. 2002. *Arquitectura gótica.* Manuales, Arte Cátedra.

Gómez Martínez, Javier. 1998. *El gótico español en la Edad Moderna. Bóvedas de Crucería,* Valladolid: Universidad

Müller, Werner. 1990. *Grundlagen gotischer Bautechnik,* Deutscher Kunsverlag.

Nusbaum, Norbert-Lepsky, Sabine. 1999. *Das gotische Gewölbe,* Darmstad: Deutscher Kunstverlag.

Palacios Gonzalo, José Carlos. 1990. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español,* Instituto para la Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Palacios Gonzalo, José Carlos. 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español,* Madrid: Editorial Munilla-Lería.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX,* Madrid: Textos de arquitectura, Akal.

Viollet-le-Duc. 1996. E: *La construcción medieval,* Instituto Juan de Herrera, ETSAM.

Von Egle, J. R. Fiechter, Ernst. 1996. *Baustil-und Bauformenlehere, Gotische Baukunst,* Stuttgart: Edition libri rari.

Willis, R. 1842. On the constructuions of de vaults of the middle Ages, *Royal Institute of British Architects.* Vol I, Part II, London: Longman.

La construcción de artesonados en el siglo XVI en Valencia, habilidad o geometría

Liliana Palaia Pérez
Santiago Tormo Esteve

El estudio de los artesonados del Castell d'Alaquás en cuanto a su trazado, diseño y construcción, ha sido ciertamente revelador en cuanto a la cantidad de observaciones que allí se han podido realizar. Este edificio ha sido construido en el siglo XVI, sobre una edificación preexistente. Es de planta cuadrada, formado por cuatro alas que configuran un patio interior a modo de claustro y cuenta con cuatro torres en las esquinas. Tiene en total cuatro plantas de altura, situándose en el tercer nivel los espacios correspondientes a la planta noble.

El Castell cuenta con cinco artesonados en la planta noble, además de otros cuatro que se encuentran en el nivel de entresuelo. Sin embargo son los artesonados de la planta noble los que requieren de una mayor atención puesto que representan tal vez, una exposición de la moda imperante en el siglo XVI en Valencia en cuanto a la construcción de suelos de madera. Estos artesonados son de variados diseños y calidades según la importancia de cada una de las salas, destacando de entre ellas la sala principal por su diseño y acabado, muy esmerado. Combina octógonos y triángulos en las esquinas, que determina una cuadrícula cuadrada. La unión de cuatro triángulos por sus esquinas forma un cuadrado, permitiendo realizar otra lectura del artesonado de la sala como formado por octógonos y cuadrados.

Los otros artesonados de las tres salas siguientes si bien prima la geometría en su diseño, son bien distintos al de la Sala Principal. Siguiendo una trama cuadrada o rectangular, según el caso, forman combinaciones de formas geométricas como hexágonos y cuadrados, rombos y triángulos, o simplemente cuadrados. Estos artesonados introducen los motivos decorativos de denticulado y de puntas de diamante, aunque cada uno va reduciendo la calidad y precisión de su ejecución, según se alejan de la crujía principal. Es probable que estos tres artesonados hayan sido trazados por el mismo carpintero, distinto a su vez del que trazara el de la sala principal.

El trazado de las salas considerando sus proporciones, como es el caso de la principal, lleva unido el planteamiento del artesonado. En ese momento se determinaría qué tipo de artesonado se construiría en cuanto a su aspecto o percepción desde la misma. El trazado geométrico es probable que fuera decisión del trazador del edificio o del carpintero, aunque también podría realizarse el encargo a semejanza de otro artesonado que se hubiera construido en fechas recientes por ese mismo artista.

Origen del edificio

El edificio se encuentra en Alaquás, población cercana a Valencia, en la calle Pare Guillem esquina con la calle Mayor. Se encuentra situado junto a la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, cuya construcción fue financiada por los señores del lugar, propietarios del Castell. Tras la conquista de Valencia en 1238, Jaume I recompensó a Bernat de Castelló con el lugar de Alaquás (Alfonso 1983, 1 y ss.). Durante el si-

glo XIV perteneció a Ponce Soler y más tarde a Juan Escribá. A finales de ese siglo pasó a manos de Antonio Vilaragut, y en el siglo XV a la familia Aguilar, siendo Úrsula de Colibre la primera dueña y señora de Alaquás. El primer conde de Alaquàs fue D. Pedro de la Casta y Vilanova quien se había casado con Jerónima de Aguilar (siglo XVI). Consta en los archivos que fue este conde quien mandó construir el Castell en 1582. Si bien se tiene este dato, no es posible precisar la fecha exacta de la construcción de los artesonados. Probablemente, tampoco son todos de la misma década, sino que corresponden a una época que comienza a finales del siglo XVI y termina a comienzos del XVII.

Continuó en manos de la familia Aguilar hasta el siglo XVIII cuando pasó a la familia Manfredi, por matrimonio. El marqués de la Casta y de Manfredi, Barón de Bolbaite, lo vendió en el siglo XIX. En las primeras décadas del siglo XX fue declarado monumento de interés histórico artístico. En la actualidad es propiedad del Ayuntamiento de la localidad, habiéndolo adquirido a la familia Lassala.

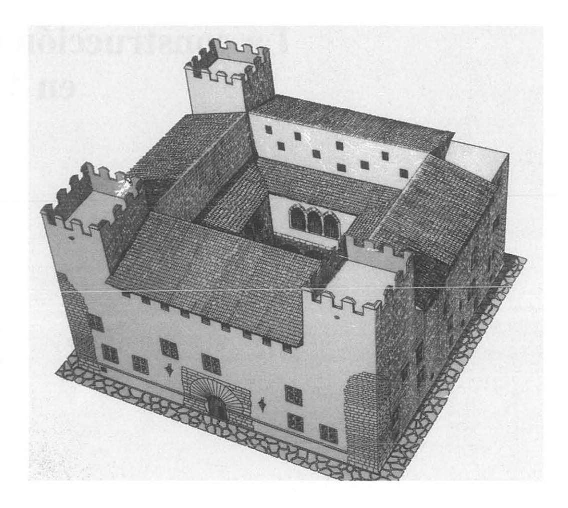


Figura 1
El Castell d'Alaquàs. Fotografía de una axonometría del Castell, tomada de la exposición permanente que se encuentra en una de las salas del edificio

Breve descripción del edificio

El edificio del Castell es exento, de planta cuadrada con torres en las cuatro esquinas (falta en la actualidad la torre noroeste). Las cuatro fachadas se levantan sobre un zócalo ataluzado de 2 m de altura. Las torres presentan refuerzos de sillares en las esquinas, siendo los muros de tapial valenciano. Presenta una fachada principal donde se localiza el acceso hacia el Este, flanqueado por dos torres. La torre de la derecha del acceso, orientada al nordeste, se materializa a partir de la última planta dado que los límites de la misma no se manifiestan en las plantas inferiores (fig. 1).

Una vez superado el acceso, se llega a un vestíbulo de doble altura, que permite acceder a dos entresuelos, situados a ambos lados del mismo (fig. 2). Avanzando por el vestíbulo se llega a un patio definido por tres arcos rebajados en cada panda, que configuran un claustro. Alrededor de éste, que tiene dos alturas, se distribuyen las demás dependencias del Castell. Además hay un semisótano en todas las alas excepto en el vestíbulo, y una planta más, destinada a la andana.

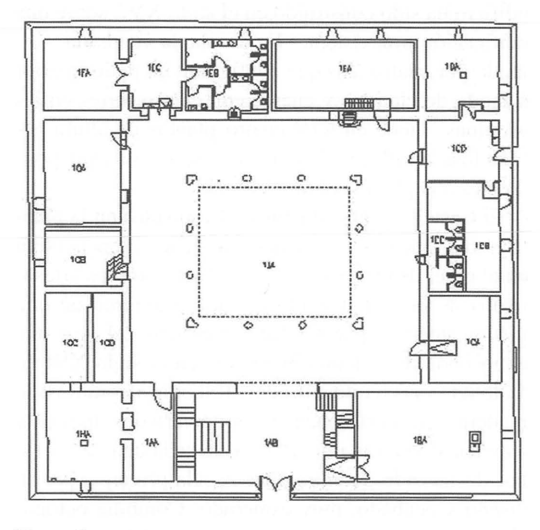


Figura 2
Planta baja del Castell d'Alaquás. Dibujos facilitados por el arquitecto Vicent García Martínez, autor del plan Director del mismo)

En la planta principal (nivel 3), en la crujía recayente al este, se sitúan las dependencias de mayor importancia, a juzgar por las dimensiones y acabados de los materiales, continuando en el ala norte. Éstas se comunican entre sí, y tienen acceso desde el corre-

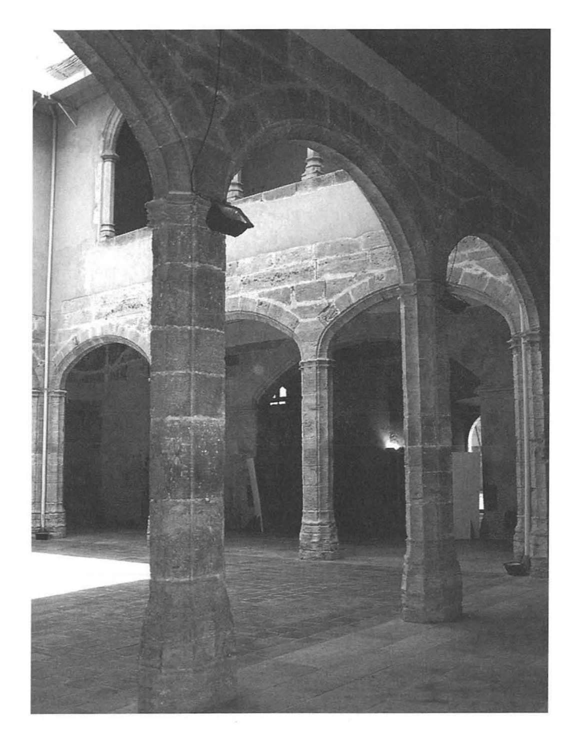


Figura 3
El patio del Castell d'Alaquás, con su claustro

dor del patio de ese nivel. Hay otras dependencias de menor importancia, a juzgar por los acabados, que están situadas en el ala oeste.

Como se indicara anteriormente, la mayor parte de los muros del edificio son de tapial, incluidas las torres, y soportan la estructura de madera que constituía originalmente los distintos forjados y la cubierta, aunque durante en siglo XX se han sustituido algunos de ellos por sistemas constructivos actuales.

Tipos de forjados y artesonados de madera

Todos los forjados son de madera. El primer forjado (techo del semisótano), se resuelve mediante vigas de madera y bóvedas de ladrillo revestidas con yeso. El segundo forjado (techo del semisótano) presenta forjados de madera según el sistema antes descrito, y otros con alfarjes y artesonados de diferente tipo y calidad. El tercer forjado (techo del nivel principal), presenta artesonados de madera en la mayor parte de las salas de las alas este y norte, excepto en la torre sudeste. La torre noroeste y el ala oeste presentan forjado de vigas de madera y bóvedas de ladrillo. El forjado del corredor del patio también está construido en madera, pero esta vez constituye un entramado. Las cubiertas están construidas mediante vigas de madera, completándose con correas y carrilones de este material. Forman tablero cerámico y sobre éste, las tejas.

La madera empleada ha sido pino rojo o del país, o de río, generalmente de pinus sylvestris o de pinus halepensis.[1] Esta madera tiene buenas características resistentes, con una densidad media de 400 kg/m^3.

Las relaciones dimensionales

Para el estudio se ha relacionado las medidas del sistema métrico decimal con las antiguas medidas valencianas de la época. Corresponden a la vara valenciana de 90,6 cm de largo, teniendo los palmos 22,65 cm y los pies 30,20 cm. Enrique Nuere, en las definiciones recogidas por él en su «Léxico» (Nuere, 2000, 374), deja ver que no existe una única medida exacta de lo que equivale una vara en su correspondencia con el sistema métrico decimal. Según Paniagua (Paniagua 1972), la vara es la medida de longitud dividida en tres pies y cuatro palmos, equivalente a 835,9 mm, variando su equivalencia según épocas y regiones. Diego López de Arenas, en su tratado de carpintería de 1532 (Nuere 2000), explica que, «hago un cuadrado tal cual me parece, y dividolo en cien partes, y una dellas le doy el nombre de vara, y esa Vara la divido en tres pies de a tercio, y en cuatro partes le llamo cuarta a la una cuarta parte, y sesma a vna de las seis partes».

En otro tratado de carpintería de Fray Andrés de San Miguel (Nuere 1990), indica que si «quiero cubrir de armadura cuadrada la planta aquí señalada A, pongo que tiene cinco varas de ancho, que son quince tercias o pies». Salinero (1968) dice «la medida para medir paños, sedas y lienços, y otras cosas que tengan trato y longitud. Instrumento formado de madera . . . graduado con varias señales que notan la longitud de tres pies y la dividen en tercias, cuartas, sesmas, ochavas y dedos».

En la mayoría de los casos, la adopción de las dimensiones de la vara depende de las circunstancias

de trazado de cada edificio en particular, y que ésta va a ser la medida de referencia para dimensionar los demás elementos constructivos implicados en el trazado del edificio. En el caso que nos ocupa se comprueba que se pueden adaptar dos medidas de varas, la que se conoce de modo más extendido de 90,6 cm y otra, adoptando la dimensión de 92 cm.

Tabla 1
Fracciones de vara de 90,6 cm

Fracciones del pie (90,6 cm)	Fracciones del palmo (90,6 cm)
$^{1}/_{2}$ pie, 15,1 cm	$^{1}/_{2}$ palmo, 11,325 cm
$^{1}/_{4}$ pie, 7,55 cm	$^{1}/_{4}$ palmo, 5,66 cm
$^{1}/_{3}$ pie, 10,06 cm	*$^{1}/_{3}$ palmo, 7,55 cm*

Tabla 2
Fracciones de vara de 92 cm

Fracciones del pie (92 cm)	Fracciones del palmo (92 cm)
$^{1}/_{2}$ pie, 15,33 cm	$^{1}/_{2}$ palmo, 11,5 cm
$^{1}/_{4}$ pie, 7,66 cm	$^{1}/_{4}$ pie, 5,75 cm
$^{1}/_{3}$ pie, 10,22 cm	*$^{1}/_{3}$ pie, 7,66 cm*

Los forjados de madera están construidos en las crujías de 5,74 (6 varas y 1 pie) y 7,24 m (8 varas) —a 7,36 m— de luz libre. Tienen secciones variables, estando muchas de ellas comprendidas entre 20 y 30 cm de base por 30 a 36 cm de altura. La separación de las vigas es también variable, según los casos. La aplicación del sistema de medidas antropométricas hace que veamos los elementos que constituyen los diferentes forjados de otro modo, bajo una racionalidad distinta que al aplicarles el sistema métrico decimal.

Se han podido identificar al menos dos tipos de marcas, unas que se encuentran en las vigas del ala sur en la planta baja, y otras en las vigas del ala norte de la planta baja, y en las vigas de los artesonados de la planta principal. Son, presumiblemente del maestro carpintero que proveía la madera para su construcción.

La configuración de las salas del nivel principal

Se han estudiado las cuestiones relacionadas con las proporciones de las salas que presenta el Castell en el nivel principal, como primer paso para el estudio de los trazados de los artesonados.

Las salas que constituyen el nivel principal son dos situadas en ala este, la que se denomina principal y la de la torre, y otras tres salas en el ala norte del Castell, que disminuyen sus dimensiones según se alejan de la principal. Éstas se identifican en este trabajo por la composición geométrica de los artesonados, quedando definidas así:

- Sala de los octógonos, o principal
- Sala de los hexágonos, o de la torre,
- Sala de los cuadrados, la primera del ala norte, contigua a la anterior,
- Sala de los rombos, contigua a la de los cuadrados, en el ala norte,
- Sala de las bandas, junto a la anterior.

Sala de los octógonos

La proporción de esta sala guarda la relación 1:2,5.

Sobre esta proporción, Fray Laurencio de San Nicolás (1630, 30) dice que «otra puedes hazer que tenga dos anchos y medio aunque no señalo sino 5 proporciones de que trataremos cuando trate de los pedestales».

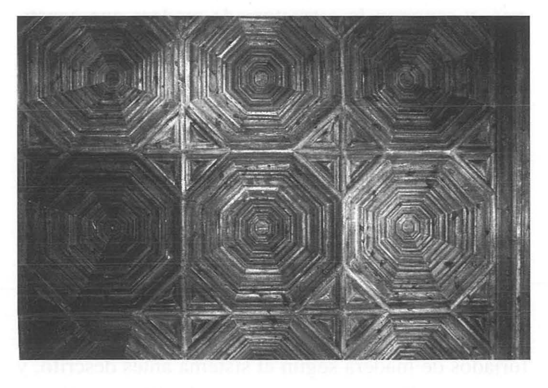


Figura 4
Aspecto de la sala de los octógonos

Sala de los hexágonos

La relación de lados de esta sala es de 1: 1,5.

Llamada Sesquilátera o medida cierta (Ayerza Elizarain 1996, 111), se empleaba para «antesalas y recibimientos», según Fray Laurencio de San Nicolás (1630, 30). En este caso se comprueba que existe una pequeña diferencia en estas dimensiones, faltando un pie en su longitud para que la relación sea exacta.

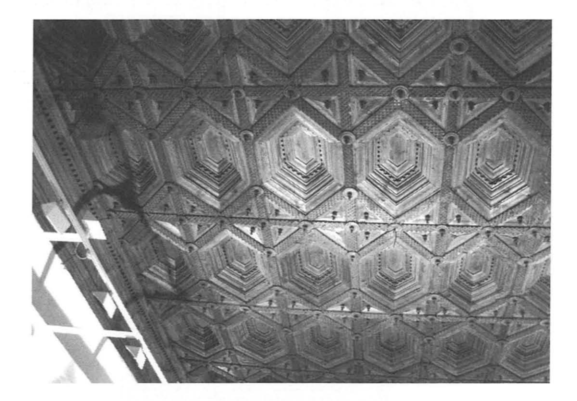


Figura 5
Aspecto de la sala de los hexágonos

Sala de los cuadrados

Cumplen los lados la relación 1:√2.

Llamada también diagonea por Fray Laurencio de San Nicolás, dice que es «acomodada para pieças seruiciales». En este caso no parece tratarse de una pieza de servicio, dado que la disposición del artesonado y su situación entre las salas contiguas no permiten que su uso fuera ese. Este rectángulo se obtiene abatiendo la diagonal del cuadrado, resultando raíz de 2 (proporción de las hojas Din, que mantiene sus proporciones si se le duplica o reduce a la mitad). Serlio, en su tratado, llama esta figura «proporción diagonal» (Serlio [1552] 1986, 235).

Sala de los rombos

Mantiene la relación 1:1,33.

Se llama también triángulo de 12 nudos (Ayerza Elizarain 1996, 114) o egipcio, por cumplirse la relación 3:4:5. Dos de estos triángulos enfrentados por su hipotenusa, dan como resultado este rectángulo.

Sala de las bandas

Esta sala, aunque hoy tiene una construcción en su interior, aparentemente una capilla, en origen era cuadrada, es decir, que mantiene la relación 1:1. Esta proporción, según Fray Laurencio, es buena para piezas serviciales y dormitorios.

Comprobando lo que sucede en el conjunto de la planta, se aprecia que existe una disminución progresiva de las dimensiones de las salas, comenzando por la principal, relación 1:2,5, sigue la de la torre, contigua a ésta, de relación 1:1,5. A continuación hay tres salas, la primera relación 1:√2, la segunda 1:1,33 y la última, 1:1.

EL TRAZADO DE LOS ARTESONADOS: DE LOS OCTÓGONOS Y DE LOS HEXÁGONOS

Se comprobará el trazado de los artesonados de la sala de los octógonos y la de los hexágonos, dado que son los de mayor complejidad. Se parte de dos medidas diferentes empleadas como referencia en la construcción del Castell, la vara de 92 cm y la de 90,6 cm.

La sala de los octógonos

Para la sala de los octógonos se ha empleado la vara de 92 cm, que es la que mejor se adapta tanto al trazado de la sala, como de los casetones. Comienza el trazado con la definición de la moldura perimetral, de 1 vara de ancho. Se traza un círculo de 1 vara de radio (paso 1). Se divide el espacio en el número de varas que determina su longitud, es decir 18 varas, más las de la moldura perimetral, resultando una longitud total de 20 varas. En el ancho, resultan 6 varas, más 2 de las molduras perimetrales, siendo en total 8 varas.

Se distribuyen 27 circunferencias (9 ¥ 3), cuyos centros los determina la retícula de 18 ¥ 6, a partir de las cuales se trazan los octógonos. Estando inscritos los octógonos en una retícula, el espacio que queda entre el trazado del octógono y la retícula, que forma

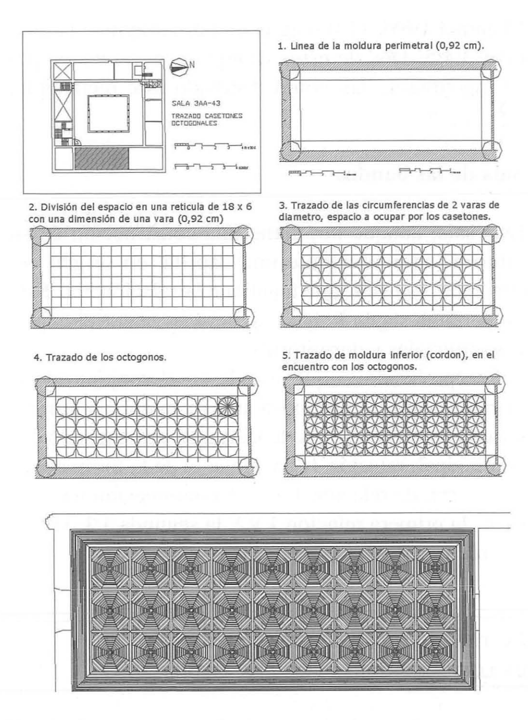


Figura 6
Esquema de trazado del artesonado de la Sala de los octógonos

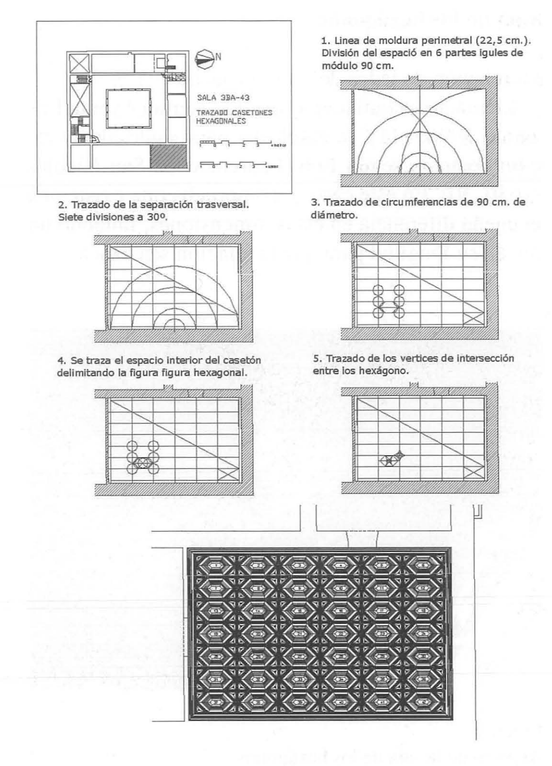


Figura 7
Esquema de trazado del artesonado de la Sala de los hexágonos

triángulos equiláteros, en la confluencia de cuatro octógonos, constituyen un cuadrado. Grandes molduras definen o delimitan los octógonos dentro de la retícula, teniendo el mismo valor de importancia que ésas, las molduras que separan los triángulos de los octógonos.

La sala de los hexágonos

Igual que en el caso anterior, se define un espacio de 1 palmo perimetralmente a la sala, para alojar la moldura. A continuación se divide la sala longitudinalmente según la proporción sesquilátera en tres partes iguales. Éstas se dividen a su vez por la mitad. Así se determina la posición de las vigas, que quedan a una distancia igual a 1,80 m aproximadamente. Podríamos ver en ello el empleo de un módulo de 90 cm. A partir de uno de los ángulos se traza un línea que forma 30º con el lado de mayor longitud, y donde intercepta con las divisiones anteriores que corresponden a las vigas, se determinan las 7 filas de casetones.

Los hexágonos se trazan como líneas tangentes a 45º con respecto al lado mayor de la sala, a círculos trazados en las intersecciones de las filas y calles, de 90 cm de diámetro. A partir de estas dimensiones se definen las molduras del hexágono, así como los triángulos que resultan para completar la retícula.

JUSTIFICACIÓN DE LOS TRAZADOS GEOMÉTRICOS

Serlio[2] incluye en su tratado un apartado referente a la construcción de «Techos llanos de madera y su decoración» (Serlio [1552] 1986, 12:391), en el que comienza diciendo «Y porqué en muchos lugares en las buenas obras es necesario hacer algunos cielos llanos de madera . . . y los llamamos cielos, o techos, o cubiertas, y armaduras de artesones, y ansi en todas las tierras y provincias tiene diversos nombres, de los

que me parece que será razonable cosa tratar, y será para en cuenta de pintura, o para en cuenta de madera». Presenta en el libro los diseños que él mismo empleó para decorar el Palacio de Venecia, y en el templo del «Serenísimo Príncipe Meser Andrea Gritti», que son tan conocidos por todos, y que se incluyen a continuación.

No son más que juegos de geometría que los trazadores, arquitectos y maestros carpinteros sabían emplear con facilidad, como se demuestra en sus dibujos, y en los artesonados diseñados en los siglos XVI y XVII. Combinaciones de figuras geométricas, cuadrados, rectángulos, hasta triángulos, formando cuadrados o con otras figuras, se han empleado hasta completar la trama de las salas, haciendo un alarde de conocimientos de geometría. Los tratados de construcción han incluido lecciones de geometría de manera generalizada, dirigido a la aplicación de una serie de reglas o leyes basadas en las proporciones para dimensionar los edificios y sus elementos. Serlio, en su tratado, también incluye en su primer libro la Geometría, y en el segundo, la Perspectiva.

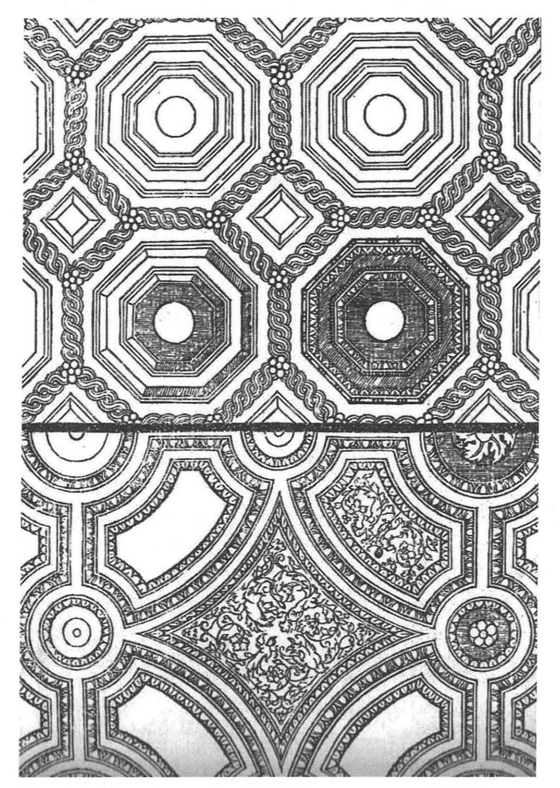


Figura 8
Diseños de Serlio en su Tratado

Particularidades de su ejecución

En las catas practicadas no se han percibido trazados auxiliares en las molduras, sino que aparentemente han resultado de un trazado inicial directo sobre los muros y sobre las vigas. Se han encontrado marcas en los muros hechos con sanguina para marcar la posición de las vigas, y en las vigas, que parecen el inicio de un corte hecho con sierra para señalar la posición de los peinazos.



Figura 9
Marcas realizadas sobre las vigas por medio de una sierra

El proceso de construcción es el siguiente:

1. Se disponen las vigas
2. Se clavan la molduras que visten las vigas y forman el apoyo de los casetones
3. Se clavan los peinazos
4. Se completan molduras que conforman la base de los casetones, siguiendo la inclinación del casetón
5. Se acoplan los casetones

6. Se clava la tapa superior y en su caso, se fijan los pinjantes

En el caso de octógonos los casetones están construidos con tres tablas cada lado del mismo, mientras que en el caso de hexágonos, solamente con una. Se han encontrado marcas de acople de las molduras de los lados de los octógonos, hechas probablemente con gubia debido a su forma elíptica y redondeada.

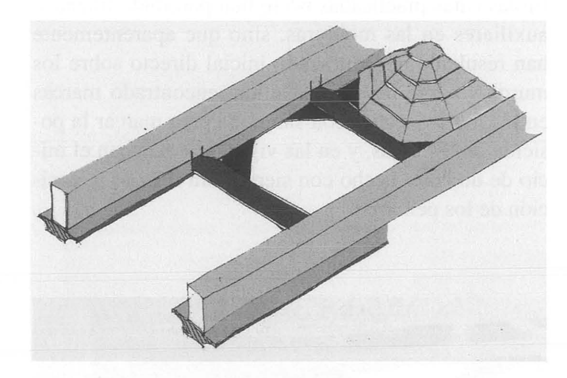


Figura 10
Proceso constructivo del artesonado de los octógonos

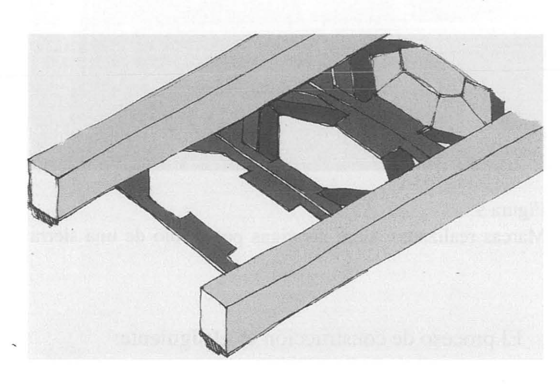


Figura 11
Proceso constructivo del artesonado de los hexágonos

En estos casetones se ha acusado la perspectiva para conseguir un efecto de mayor profundidad, reduciendo el diámetro de las molduras según se va ascendiendo en su posición dentro del casetón, recurso que el propio Serlio recomienda hacer en su libro (Serlio, 1986, libro IV, 391).

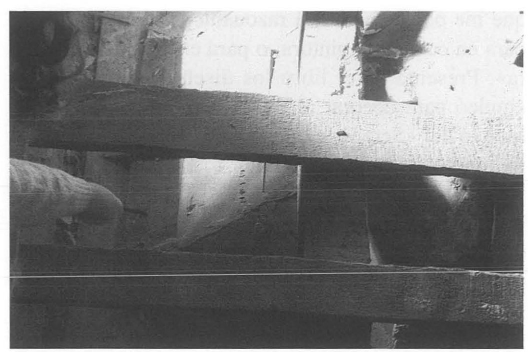


Figura 12
Marcas realizadas sobre las tablas para montaje, realizadas mediante gubia.

Conclusiones

1. El edificio se configura en su aspecto actual en el cambio de siglos XVI y XVII, suponiendo ese momento histórico la introducción del gusto por lo romano, la lectura de los tratados de los escritores italianos que se extienden por la península ibérica y por consiguientes, desde fechas próximas a su publicación en Italia, por Valencia.
2. La unidad de medida es la vara valenciana, o al menos la unidad que se aproxima a esas dimensiones y que se adopta como unidad de medida para el trazado y construcción del edificio y sus partes.
3. Se verifica que se ha jerarquizado los espacios, reduciéndose las dimensiones de las salas, prácticamente en una progresión continua. La principal mantiene una relación d lados de 1:2,5, sigue la de la torre, contigua a ésta, de relación 1:1,5. Las salas del ala norte mantienen una relación que reduce progresivamente sus dimensiones, de 1:÷2, la segunda 1:1,33 y la última, 1:1.
4. El trazado y la construcción de los artesonados se basa en la geometría, con una intención formal inicial por parte del carpintero que lo traza. Al mismo tiempo se tiene en cuenta su cons-

trucción en cuanto a la puesta en obra de la idea inicial y al proceso de construcción.

NOTAS

1. La identificación de la especie de madera se hace de manera organoléptica, observando con el ojo desnudo sus características de color, veteado y textura.
2. Serlio nació en Bolonia en 1475. Instalado en Venecia a los 62 años, escribió sus Regole, publicándolo entre 1537 y 1540. La fecha de traducción en España del tratado de Serlio, es de 1552.

LISTA DE REFERENCIAS

Alfonso, Mª D. 1983. Castillo Palacio de los Aguilar o de las Cuatro Torres. *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*, pag. 1 y ss.Valencia: Consellería de Cultura, Educación y Ciencia.

Ayerza Elizarain, Ramón. 1996. La proporción en las iglesias de Araba, Bizkaia y Guipúzcoa. *Ars lignea*, 111. (Madrid)

Fray Laurencio de San Nicolás. [1630] 1989. *Arte y uso de arquitectura*. Madrid.

García Salinero, F. 1968. *Léxico de alarifes de los siglos de oro*. Madrid.

Nuere, E. 2000. *La carpintería de armar española*. Madrid: Munilla-lería.

Nuere, E. 1990. *La carpintería de lazo. Lectura dibujada del Manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*. Málaga: Colegio oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental, Delegación de Málaga.

Paniagua, J. R. 2000. *Vocabulario básico de Arquitectura*. Madrid: Cátedra.

Serlio, Sebastiano. 1986. *Todas las obras de arquitectura y perspectiva*. Oviedo: Colegio Oficial de Aparejadores y arquitectos técnicos de Asturias.

I primi trattati di stereotomia e la loro influenza sull'architettura salentina di Età Moderna

Ilaria Pecoraro

Il trattato di stereotomia nasce in Francia e in Spagna nella seconda metà del Cinquecento; esso traduce l'esperienza costruttiva dell'epoca medioevale, formulando un nuovo codice comunicativo per la progettazione delle architetture basato sul disegno della pietra.[1] I primi importanti studi di stereotomia risalgono alle opere scritte da Philibert de L'Orme[2] e da Alonso de Vandelvira,[3] studiosi e architetti che affrontano i problemi legati allo sviluppo delle superfici curve spaziali, offrendo un notevole contributo alla nascita della moderna Scienza della rappresentazione e fornendo, al contempo, l'illustrazione grafica di progetti architettonici realizzati nel XVI secolo dai loro padri.[4] I contenuti di questi trattati sono innovativi, perché introducono un diverso metodo descrittivo della geometria degli elementi che compongono le architetture, pur non conoscendo gli autori e, quindi, non potendo applicare il metodo grafico di Monge. Contrariamente alla prassi diffusa in epoca medievale, la nuova scienza è applicata alla materia di tutti gli elementi costruttivi (vale a dire ai conci dei cantonali, della muratura, delle nervature, delle vele e dei fusi). L'elaborazione dei trattati, che circolavano già fra il 1545 e il 1570 sotto forma di manoscritti, non è avulsa dal contesto culturale nel quale essi stessi maturano.[5]

Nel 1567 è pubblicato in Francia il trattato di Philibert de L'Orme.[6] La copia pervenuta risale al 1648 ed è stata pubblicata da Pierre Margada. Essa si divide in undici libri, dei quali il terzo e il quarto trattano di stereotomia concernente gli archi, le scale, i peducci reggimensola, le aperture delle finestre e dei balconi, *les trompes*. L'opera francese, a stampa, é corredata da alcuni elaborati grafici, sviluppati in pianta, sezione, prospetto e «vista» tridimensionale. Il lavoro illustra alcuni progetti esecutivi di taglio della pietra e del legno, realizzati dall'autore stesso e dal padre, architetto della corte di Francia all'inizio del XVI secolo. Si tratta di un compendio grafico d'elementi costruttivi di un organismo architettonico. Il testo è di difficile consultazione e si rivolge ad un pubblico colto, né può essere considerato una guida per i lavori di cantiere. De L'Orme è uno studioso, che si forma nell'Italia e nella Francia del primo Cinquecento. Non è uno scalpellino; è essenzialmente un uomo di pensiero. Lo si evince dalla maniera altamente accademica con cui tratta il tema della stereotomia applicata al taglio dei conci lapidei. Nei libri terzo e quarto la sua maggiore preoccupazione è quella d'illustrare un'idea d'architettura non sempre attinente alla realtà, soprattutto quando si tratta di descrivere i dettagli costruttivi. Le centine, ad esempio, rappresentano un tema caro all'autore. De L'Orme le disegna molto più di quanto non facciano altri trattatisti; ma le centine sono raffigurate in modo troppo dettagliato e poco reale, rispetto a quelle vere che erano inchiodate, approssimative e antiestetiche, ma sicuramente più solide delle esili strutture disegnate. Anche gli intagli, gli elementi d'irrigidimento, il doppio arco inchiodato ai puntoni, gli incastri e gli ancoraggi mediante tasselli lignei risultano poco verosimili. Similmente, gli elementi più semplici, quali il tracciamento del sesto di un arco, lungo l'asse dia-

gonale di una volta a crociera, sono disegnati in maniera astratta e descrivono un'architettura fantastica. Raramente nel testo si rende nota la dimensione dei conci; il disegno appare fine a se stesso, privo di una funzione pratico-illustrativa e di difficile interpretazione (figs. 1 e 2).

Anche nei disegni apparentemente più limpidi e sprovvisto di linee di proiezione, non si comprende il senso del grafico, come accade, a titolo d'esempio, nel disegno della volta a padiglione su impianto triangolare, poggiata su tre piedritti. È probabile che il disegno illustri l'ipografia dei filari di concio della superficie d'intradosso della struttura voltata, ma questa resta semplicemente un'ipotesi interpretativa. Infatti, pur descrivendola come la rappresentazione di una struttura realmente esistente nel castello di Fontainebleau, non è chiara la sequenza delle fasi di montaggio dei conci, il loro taglio, la dimensione del particolare sistema costruttivo. L'autore vuole affermare che nel caso dell'apertura di tre porte, su uno stesso livello o su livelli sfalsati, in un ambiente di forma triangolare, potrebbe risultare conveniente adottare questo tipo di volta.[7]

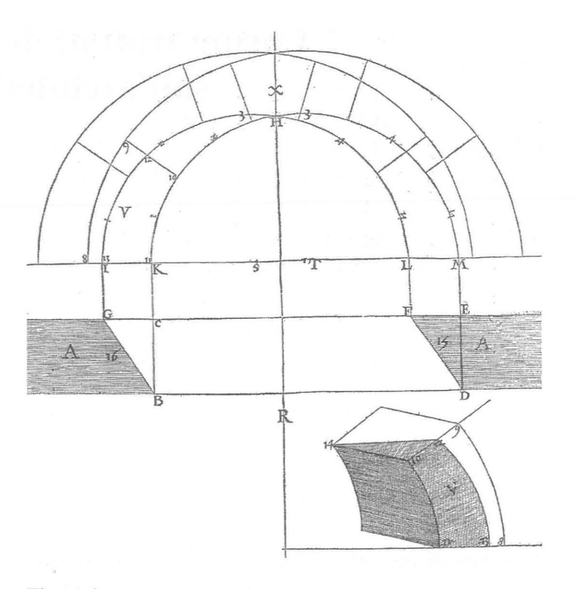


Figura 1
Grafico m iij; il concio di una volta a botte sghemba; grafico privo di scala metrica, con indicazione della quantità di pietra da sottrarre (De L'Orme 1557, 69)

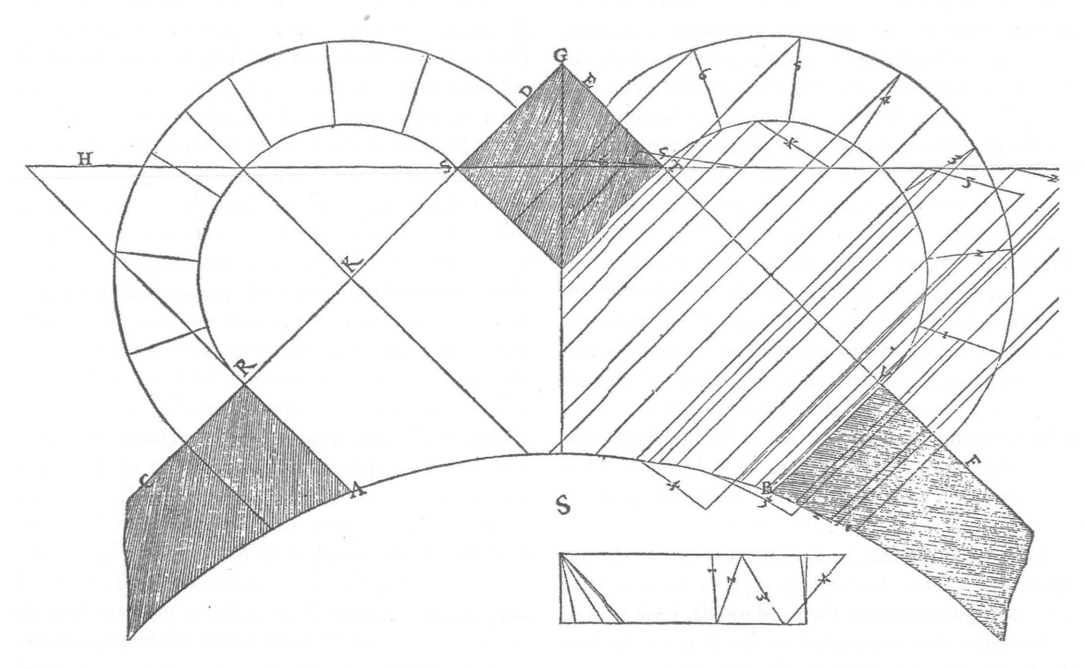


Figura 2
Disegno P ij; rappresentazione in pianta della proiezione di due archi fra loro perpendicoli (De L'Orme 1557, 84)

Il disegno diviene ancora più astratto e incomprensibile quando si rappresentano *les trompes*, vale a dire le superfici concavo-convesse che sorreggono i balconi o che completano le soluzioni d'angolo degli edifici.[8] Spesso il testo scritto è lungo ma, al tempo stesso, limitato, perché non descrive le fasi di lavorazione del concio, bensì la sequenza del tracciamento delle linee astratte nel disegno, elaborato a tavolino (fig. 3). Interessante anche la descrizione della «voûte moderne pour une église».[9] Si tratta di una volta stellare assai apprezzata dai circoli culturali francesi e soprattutto spagnoli di fine XV secolo, in particolar modo da quello promosso da Pere Compte.[10] Questo tipo di volta è solitamente composto da una parte nervata portante in pietra e da una portata in *ladrillos*. La volta rappresentata è realizzata in pietra, con l'ipografia di una stella a quattro punte, simmetrica rispetto alle diagonali dell'impianto quadrato regolare (fig. 4). Il disegno della volta «moderna» per una chiesa è più chiaro di quelli sopra descritti, ma appare sempre incompleto. De L'Orme è attento ad evidenziare il diverso sesto che caratterizza le superfici, ma non è comprensibile in che modo queste ultime, con sesto e altezze variabili, possano confluire e raccordarsi nello stesso punto di sommità. I conci che costituiscono il piano d'appoggio della struttura voltata e i rispettivi costoloni non sono numerati, né viene specificata la monoliticità delle nervature lapidee. Le tavole successive descrivono la volta a vela su impianto quadrato e rettangolare, infine la volta a padiglione su pianta triangolare, con un disegno progressivamente più limpido, liberato dalle linee di riferimento e di proiezione e, quindi, complessivamente più pulito.

È molto interessante notare che l'apparecchiatura dei conci delle volte si struttura come un'addizione di archi, realizzati con l'impiego di poche centine. Il disegno dei piedritti è spesso un «esploso», che illustra la sequenza delle fasi di messa in opera dei conci, lungo l'asse diagonale. Nel complesso, però, tutti i grafici non descrivono l'organizzazione cantieristica. L'autore stesso, infatti, sottolinea che «il ferait beaucoup plus espedient de monstres à l'oeil la pratique de telles voutes pour les contrefaire manuellement,

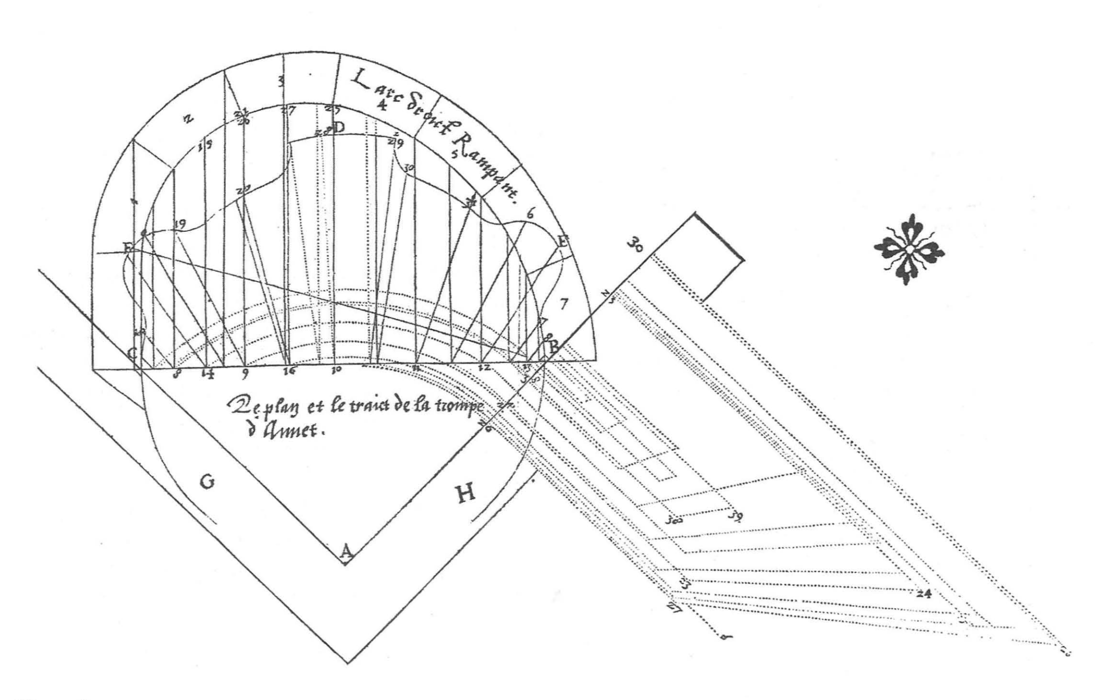


Figura 3
Tavola *F iij*; *le plan et le trait de la trompe d'Anet* (De L'Orme 1557, 93–94)

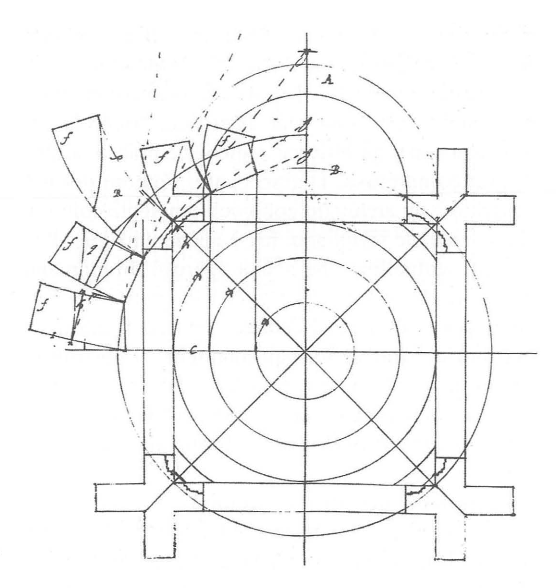


Figura 6
La forma e le dimensioni dei conci in una volta a vela. Le linee di traccia sono disegnate partendo dalla proiezione dell'ipografia della volta e individuandone il sesto (Vandelvira 1595, tít. 4c)

grafia. Infatti, il filo a piombo definisce la quota parte di concio da tagliare, per creare i piani d'allettamento fra elementi contigui. Le operazioni di dimensionamento e di taglio sono agevolate dalla scelta di forme geometriche principali elementari in pianta (il quadrato e l'arco a tutto sesto), che consentono la reiterazione di molte operazioni costruttive e di dimensionamento. Se, ad esempio, la pianta è rettangolare, la regola dei filari in un ambiente quadrato decade e risulta necessario dover tagliare i conci secondo una direttrice diversa. In questo caso la descrizione diviene più complessa e meno chiara (foglio n. 90).

L'importanza del trattato di Vandelvira deriva dall'impostazione stessa del testo, nel quale sono illustrate e descritte le dimensioni e le operazioni di taglio dei conci di opere architettoniche significative, realizzate nel XV secolo in territorio spagnolo. I contemporanei usufruiscono quindi della possibilità di confrontare lo scritto con gli esempi visibili nelle città andaluse e catalane. I disegni sono elementari ma completi e leggibili. La loro interpretazione è immediata, anche nel caso di costoloni e modanature elaborate. Il numero di grafici riportati è maggiore di quello presente nei testi di Ruiz (1545), D'Hantarón e de L'Orme. De L'Orme è uomo di pensiero, Vandelvira è uomo d'azione. Il primo è alle dirette dipendenze del sovrano francese, mentre il secondo lavora per una committenza ricca ma non necessariamente regale. Il primo studia in Italia, venendo a contatto con i cenacoli filosofici del Rinascimento fiorentino e romano d'inizio XVI secolo, viaggia molto e studia. Il secondo è un uomo di cantiere, uno scalpellino che trascorre tutta la sua vita in Spagna. De L'Orme non ha frequentato assiduamente il cantiere paterno, mentre Vandelvira si appresta a scrivere il trattato solo dopo la morte di Andreas, nel 1575, vale a dire solo dopo aver assimilato la ventennale esperienza pratica. L'esperienza tecnico-costruttiva dell'architettura in pietra dei secoli XIII-XV è ben accolta dalle generazioni dei nuovi intellettuali del XVI secolo, che la reinterpretano anche sulla base delle conoscenze trascritte nei taccuini degli scalpellini della Languedoc. *Les épures* si tramutano in *traits*, le strutture a volta nervate gotiche si trasformano in volte stellari, realizzate in pietra (esempi centroeuropei e catalani del XV secolo) oppure in pietra e mattone (esempi andalusi e portoghesi). Non è un puro caso che si parli di volte «a la antigua» per le volte di Francesco Baldomàr e di «volte moderne» per le strutture stellari con costoloni della Francia e della Spagna del XVI secolo.[18]

Nel trattato del de L'Orme la stereotomia assurge a regola fondamentale per la costruzione dei sistemi voltati; l'esempio eclatante, il più articolato dal punto di vista strutturale e il più elegante sotto il profilo estetico, è fornito dalla cupola della Cappella del Castello d'Anet (fig. 3) nella quale l'alternanza di due soli tipi di concio, nervati a bassorilievo, giustapposti, crea il gioco decorativo della finta nervatura, distribuita su tutta quanta la superficie d'intradosso. Il tema dei *panneaux* primeggia. Esso è il principio ordinatore di tutta la superficie ma, nel contempo, è anche pretesto per l'invenzione decorativa. La stereotomia non è quindi solo lo strumento tecnico e tecnologico per dimensionare il concio e posizionarlo nella sua giusta collocazione spaziale; essa è anche l'elemento ordinatore e ispiratore dell'atto creativo di un architetto, una specie di raccolta progettuale «d'istruzione per l'uso»[19] riferita alla pietra.

L'analisi dei principi metodologici della stereoto-

mia attraverso la lettura dei primi trattati storici ha permesso d'usufruire di un utile strumento di lettura per approfondire la conoscenza del cantiere di Terra d'Otranto a cavallo fra Medioevo ed Età Moderna, contraddistinto da architetture a conci ben squadrati. Si è indagato sulle possibili relazioni che l'esperienza costruttiva spagnola, divulgata anche attraverso la pubblicazione di quei testi, ha potuto tessere in Europa e nella settima provincia del Viceregno Spagnolo. Infatti, nel Salento di fine Quattrocento fiorisce il fenomeno costruttivo delle murature isometriche a filari regolari, già presente in tutta la regione pugliese ma scarsamente documentato dalle poche opere superstiti.

Anche se non sono state dimostrate la circolazione e la diffusione dei primi trattati di stereotomia nella Puglia del Cinquecento e neppure nell'ambiente colto settecentesco frequentato dal Milizia, è stata riscontrata una stretta corrispondenza tecnico-formale fra i piani d'imposta delle volte a vela chiamate *vuelta redonda y vuelta hiladas redondas* e la *'mpise* leccese, vale a dire l'elemento di appoggio su cui s'imposta la struttura voltata. Gli altri fattori che accomunano i due fenomeni costruttivi sono la costanza del rapporto dimensionale fra l'ampiezza del diametro di base di una struttura voltata e lo spessore dei conci, e lo scarso impiego di centine. Quest'ultimo elemento specializza un processo costruttivo fondato esclusivamente sulla corretta distribuzione delle forze scaricate su elementi provvisori di pietra o su sistemi alternativi di contrappeso delle spinte.

Il principale obiettivo raggiunto nel corso di quest'indagine è consistito nel registrare un'aderente analogia formale fra l'ipografia della volta stellare della Capilla Reale di Valencia dell'architetto Francesco Baldomàr e quella della chiesa del monastero dei Domenicani in Muro Leccese (Lecce) attribuita all'architetto neretino Giovanni Maria Tarantino (figs. 7 e 8).[20] Ciò che differenzia la struttura catalana da quella salentina è il materiale da costruzione (vulcanico nel primo caso e calcarenitico nel secondo) oltre che il notevole scarto temporale di circa cento anni che intercorre fra l'esempio spagnolo e quello pugliese.

L'analogia formale fra le ipografie della volta «a la moderna» valenziana e di quella leccese ha incoraggiato la ricerca d'ulteriori aspetti finora trascurati, quali lo spostamento di maestranze e di progettisti o le influenze dirette o indirette della committenza nei confronti dell'opera da finanziare. A tale proposito, però, lo studio dei due specifici esempi, fondato sull'osservazione diretta delle architetture e sull'analisi dei documenti di archivio riferiti alla storia dei cantieri, non attesta contatti culturali fra le maestranze delle due regioni. Per tutto il XVI secolo nella provincia di Lecce operano maestranze quasi esclusivamente locali, mentre nella città di Valencia non si segnala l'attività di scalpellini salentini. Ponendo a confrotno i due casi di studio si è osservato che mentre l'esperienza valenziana della struttura stellare resta un caso singolo, singolare ed isolato nel contesto culturale della Spagna di fine Quattrocento, il fenomeno costruttivo delle «volte leccesi» ha modo di manifestarsi, diffondersi ed affermarsi in modo capillare e specialistico per tutta la Terra d'Otranto, dal XVI secolo in poi.[21]

Concludendo, alla luce di quanto analizzato emerge che in Terra d'Otranto non è possibile parlare di



Figura 7
La Cappella Reale; Valencia, Spagna. Foto in (Zaragozà Catalan 2000, 149)

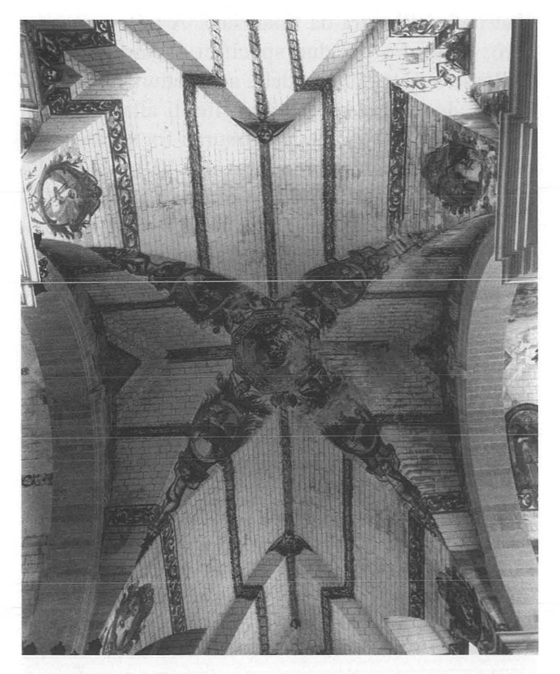


Figura 8
La volta stellare della chiesa dei Domenicani a Muro Leccese, Italia (foto di T. Costantini, 1996)

applicazione consapevole e colta delle regole della stereotomia nella lavorazione delle bozze calcaree, né di un'univoca stretta influenza o dipendenza culturale dalla Spagna. Appare lecito invece sostenere l'ipotesi della fioritura e dell'affermazione di una tecnica costruttiva locale originale, caratterizzata dalla lavorazione delle bozze in pietra in corso d'opera, per la realizzazione di sistemi murari composti da filari isometrici lungo superfici complesse.

NOTE

1. Come scrive Laura De Carlo de L'Orme «articola per la prima volta l'uso di un codice grafico basato sull'elaborazione del *portrait* e del *trait*, sancendo in tal modo la capacità prescrittiva del disegno». Il *portrait* è il disegno di progetto dell'architetto che idea l'opera, mentre il *trait* è parte del patrimonio linguistico proprio delle corporazioni di maestri muratori. «L'arte del trait» regola la misura lineare e angolare delle bozze lapidee, il taglio della pietra e l'apparecchiatura dei conci; De Carlo L. 2000. La pietra disegnata. Riflessioni intorno a un saggio di Robin Evans. In Migliari R. a cura di. *Il disegno e la pietra*, 57. Roma: Gangemi.
2. De L'Orme P. [1567] 1988. *Traités d'architectures: nouvelles inventions pour bien bastir et à petits traits (1561). Premier tome de l'Architecture*. Paris. (Ristampa anastatica. Paris: Léonce Loret).
3. Vandelvira, A. de. 1575–1591. *Libro de Tracas de Cortes de Piedras*. Sevilla. In Barbe-Coquelin de l'Isle, G. 1977. *El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Edición con introducción, notas, variantes y glosario hispano-francés de arquitectura, I. Valencia: Albacete.
4. I padri di Alonso de Vandelvira e di Philibert de L'Orme erano scalpellini e architetti molto abili nella Spagna e nella Francia d'inizio XVI secolo.
5. Ruiz el Joven, H. 1569. *Libro de arquitectura*. Sevilla; e de Hontañón R. 1560–1570. *Compendio de arquitectura y Simmetria*. Valencia, manoscritti conservati presso la Biblioteca Universitaria Politecnica di Valencia; VVAA. 1997. *La capella Reial d'Alfons el Magnanim de l'antic monestir de predicadors d valencia. Estudios (1396–1996)*, 14–62. Valencia: Conseil General del Consorci de museus de la Comunitat Valenciana; Fray Lorenzo de San Nicolás. s.d. *Trazado de la boveda esquifada*. Valencia; e Ginés Martînez de Aranda. s.d. *Cerramientos y trazas de montea*. s.l. In Zaragoza Catalán A. 2000. *Arquitectura gótica valenciana*, 143. Valencia.
6. Sulla vita di de L'Orme si legga Milizia F. 1785. *Memorie degli architetti antichi e moderni*, tomo primo, 262–263. Bassano: Remondini di Venezia; sulla leggibilità del testo francese si veda Carlevaris L. Le volte di De L'Orme. Problemi di ricostruzione di alcuni traits. In Migliari 2000, 81–92.
7. Nel corso di questa ricerca è stata verificata una stretta analogia formale e tecnologica fra l'impianto triangolare della stanza del castello di Fontainebleau e quello della sala del Castello d'Otranto (1490 circa) (De L'Orme 1567, cap. 18).
8. (De L'Orme 1567, 3: 93–94).
9. (De L'Orme 1567, 3: 109).
10. Pere Compte promuove uno dei circoli culturali più famosi ed influenti nella Spagna di fine XV secolo; allievo di Francesc Baldomàr, visse e lavorò nella città di Valencia, prima alle dipendenze del suo maestro, poi come direttore e responsabile della sua bottega. A lui si deve la traslazione delle forme compatte e prive di nervature delle strutture voltate «baldomariane» in architetture dai sistemi d'orizzontamento nervati, che, su modello delle volte gotiche, alla maniera «antigua», introducono nel cantiere una nuova tecnica costruttiva, quella delle volte stellari, las *bóvedas aristadas*; (Zaragozá Catalán 2000, 162–166); v. anche Breymann G.

A. 1905–1910. *Trattato generale di costruzioni civili con cenni speciali alle costruzioni grandiose.* 2 ª trad. Italiana. Milano: Vallardi (1ª ed. tedesca Stuttgart 1849–1854; 1ª trad. italiana, Vallardi, Milano 1885).

11. (De L'Orme 1567, 111).
12. Si conosce molto poco della vita di Alonso de Vandelvira. Il trattato fu redatto dopo la morte del padre (1575) e Alonso fu progettista di alcune opere in Granada, Siviglia, Sabiote, ove risiedeva la moglie. Sulla sua vita si legga Milizia (1785, 241); Barbé-Coquelin de Lisle (1977, 125); v. Gila Medina L. 1992. *Itinerarios vandelvirianos.* Madrid; v. Gila Medina L., V. M. Ruiz Fuentes. 1992. Andrés de Vandelvira: aproximación a su vida y obra. In *Exposición Arquitectura del Rinacimiento en Andalucía. Andrés de Vandelvira y su epoca*, Catedral de Jaén, 2 oct-30 nov. 1992, 81–117. Jaén: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Ayuntamiento de Jaén; v. Galera, A. P. A. 1994. *El contrato de Andrés de Vandelvira con la Catedral de Jaén*, 402–413. Madrid..
13. (Barbé-Coquelin de Lisle 1977, 124) e Gila Medina e Ruiz Fuentes 1992, 81–117).
14. Il testo era noto agli architetti e agli artigiani che lavorarono nell'Escorial di Madrid prima del 1591. Lo prova una lettera nella quale Alonso invia due uomini affinché recuperino il suo manoscritto prestato a Juan de Valencia nel 1591 durante le fasi di lavorazione in cantiere; (Barbé-Coquelin de Lisle 1977, 20).
15. A proposito dello stretto legame fra gli ambiti culturali spagnolo e italiano d'inizio XVI secolo, in un «momento storico che vede la diffusione della maniera *a la antigua»* si legga Villela, M. 1998–1999. Jacopo Torni detto l'Indaco (1476–1526) e la cappella «a la antigua» di Don Gil Rodríguez de Junterón nella cattedrale di Murcia. In *Annali di Architettura, Rivista del Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio* 10–11: 82–103. Il tipo di volta della cappella di Junterón, ammirevole per la stereotomia dei conci, è descritta nel trattato di Vandelvira, nel paragrafo dedicato alla *capilla cuadrada en vuelta redonda.* Alonso riconosce la particolarità formale e l'arditezza strutturale di questa volta definendola, per l'appunto, *boveda de Murcia.*
16. (Vandelvira 1575–1591, tít. 94, foglio 80 r).
17. (Barbé-Coquelin de Lisle 1977, 128, tít. 95: *capilla por arista perlongada).*
18. (Zaragozá Catalán 2000, 150).
19. (De Carlo 2000, 78).
20. Floro, L. 2001. *L'architetto Giovanni Maria Tarantino e le sue opere*, dattiloscritto, 1–24. Lecce.
21. V. per una maggiore panoramica sulla vicenda costruttiva si rimanda a Pecoraro, I. Las bovedas a estrella del Salento. Una arquitectura a caballo entre la Edad Media y la Edad Moderna. In Zaragozà Catalán, Arturo; Eduardo Mira. a cura di. *Una arquitectura del gotico mediterraneo*, 51–61. Valencia: Fundacion Bienal de Valencia.

Los diques de Carena de Jorge Juan y Sebastián Feringán en el Real Arsenal de Cartagena. Una obra singular de la arquitectura hidráulica del siglo XVIII

María Jesús Peñalver Martínez,
Juan Francisco Maciá Sánchez

Los primeros diques construidos para carenar en seco los navíos de la Armada Real en el Mediterráneo fueron ejecutados en el Real Arsenal de Cartagena, entre Abril de 1753 y Agosto de 1754.[1] Hasta este momento diques de estas características eran construidos en las costas atlánticas, en ciudades como Rochefort y Brest, ya que las mareas de éste océano facilitaban el llenado y vaciado de los mismos y posibilitaban el carenado de los buques. (Merino. 1980, 2) El conocimiento de las circunstancias que motivaron la costosa y arriesgada decisión de construir estos novedosos diques en una costa mediterránea como la de Cartagena, es fundamental para entender los motivos que llevaron a la monarquía a afrontar tan difícil empresa. Finalizada la guerra de Sucesión con el tratado de Utrech y con la llegada de la Casa de Borbón al trono de España, se hizo sentir la necesidad imperiosa de realizar un gran esfuerzo en lo que respecta a la construcción naval de forma que el país pudiera poseer una Armada Real suficiente y competente, que le permitiese sostener la renovada política expansiva propiciada por Alberoni y los siguientes ministros de Felipe V, en el Mediterráneo, el Atlántico y el Pacífico.

El ministro de Marina, durante el reinado de Felipe V, José Patiño, emprende la organización de la Armada Real, creándose, por R. O. de 5 de diciembre de 1726, los Departamentos Marítimos del Norte, Mediodía y Levante, cuyas capitales serían El Ferrol, Cádiz y Cartagena, respectivamente. En estos emplazamientos serían construidos los arsenales, cuya misión será mantener los contingentes necesarios para la formación de una Armada capaz. Declarada Cartagena base naval en el antiguo apostadero de galeras y atalaya de bervería[2] (Bethencourt 1965), pasa a ser misión del Cuerpo de Ingenieros redactar el proyecto y dirigir las obras a realizar en esta ciudad para adaptarla a los nuevos requerimientos. El 2 de octubre de 1728, D. Sebastián Feringán y Cortés es destinado a Cartagena, por el Marqués de Campo Florido, a las órdenes del experimentado ingeniero director Alejandro de Retz,[3] para realizar el *Proyecto General del Departamento de Marina y Puerto de Cartagena.*[4]

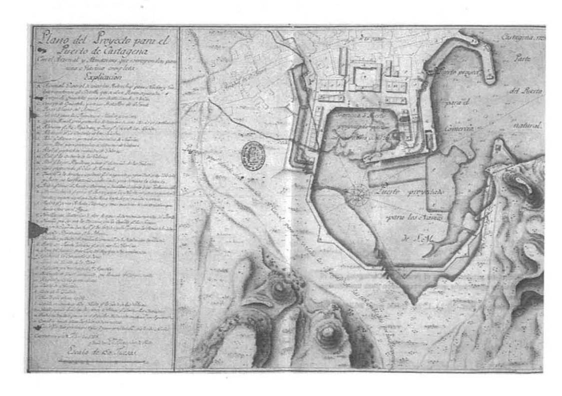


Figura 1
Plano del proyecto para el puerto de Cartagena con el arzenal y almacenes que corresponden para una marina completa. (Alejandro de Retz, 30–11–1728)

Se decide construir el Real Arsenal al noroeste del puerto, en la zona denominada Mar de Mandarache, donde antiguamente entraban las galeras a ser reparadas e invernar. El proyecto se finaliza el 2 de mayo de 1731 y S. M. el rey Felipe V lo aprueba el 13 de Junio del mismo año. Las obras para la creación de la nueva dársena comienzan por desviar las ramblas de Benipila y el Saladillo, que la cegaban en época de lluvias, haciéndolas desaguar hacia la ensenada de la Algameca Chica y con el dragado del puerto para la creación de un canal que condujese desde la ensenada del Espalmador grande hasta el citado Mandarache. El día 20 de Febrero de 1731 se ponen los jalones de los cuatro ángulos del perímetro que era necesario excavar para formar la dársena (Mediavilla 1929, 3: 121).

En 1732, tras el fallecimiento de Retz, se encarga de la dirección de las obras el ingeniero director D. Antonio Montaigú de la Perille, que enviado a la campaña de Italia, sería sustituido por Sebastián Feringán., que será apartado de la dirección de las obras del Real Arsenal de Cartagena el 8 de mayo de 1738 para pasar a dirigir las obras de la Real Acequia del Jarama.[5] Mientras las obras en el Asenal de Cartagena siguen avanzando, el Marqués de la Ensenada, que desde comienzos de 1743 desempeña los Despachos de Guerra, Marina, Indias y Hacienda, en su proyecto de expansión naval, desea relanzar la construcción de los Arsenales, reuniendo toda la información posible con objeto de que estén a la altura de los mejores de Europa. Entre los nuevos proyectos para Cartagena, que son numerosos, destaca el de Feringán, fechado en Aranjuez el 10 de junio de 1747.

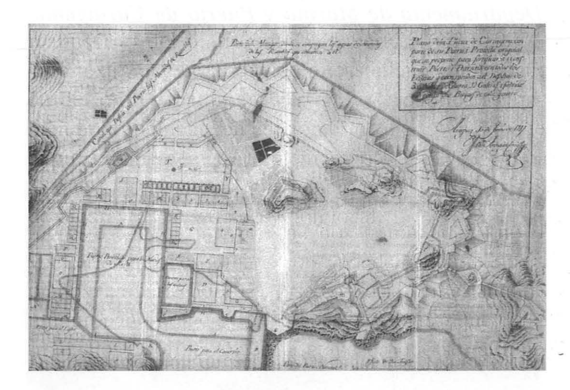


Figura 2
Plano de la Plaza de Cartagena y parte de su puerto i Proyecto original que se proponía para fortificarlo i construir Puerto i Dárzena con todos los edificios que corresponden al destino de 30 Nabíos de Guerra, 12 Galeras i fabricar a un tiempo dos buques de cada género. (Sebastián Feringán Cortés, 10–6–1747)

Será el Marqués de la Ensenada, el que persuadido de la capacidad y valía profesional de Feringán, por R. O. de 1 de mayo de 1749 lo promueve a ingeniero director con grado de coronel y se le designa para dirigir las obras en la nueva etapa del Arsenal de Cartagena. Los deseos del Marqués de Ensenada de reformar y modernizar la Real Armada y de que Cartagena contase con uno de los Arsenales más completos y modernos del mundo, lo hacen enviar al Capitán de Navío D. Antonio de Ulloa a Europa para que obtenga información de interés para la Marina. El 20 de Julio de 1749 recalará en Cartagena para examinar el proyecto de Feringán y comprobar que se adapta bien al terreno, tras examinarlo y, de acuerdo con éste, tras reconocer la calidad del terreno, realizan algunas modificaciones que trasladadas a Madrid son aprobadas con rapidez el 27 de septiembre de ese mismo año. Así mismo, el capitán de navío Jorge Juan había sido enviado a Inglaterra con la misión de recabar toda la información que pudiera ser de interés para la Armada Real, especialmente en lo referente a construcción naval y contratación de técnicos (Guillén 1973, 216–28). El 16 de agosto de 1750 es enviado a Cartagena, por orden de Felipe V, para que junto con Feringán decida el lugar y la forma en la que se deben construir los diques en el Arsenal de Cartagena (Sanchez Taramas 1769, 2: 150).

> Sin el Auxilio de Diques en que poder Carenar en seco los navios, se sabe quan grandes gastos sufre la Real Hacienda, el mucho tiempo que en ello se tarda, el quebranto de los navios.
> En este concepto se dedicará u.s. a examinar el paraje en que puedan hacerse dos Diques, si fuere posible dentro de la Dársena, para evitar extravíos, y gastos inútiles, y acordará u.s. con don Sebastián Feringán el modo en que deberán fabricarse, y le dará Plano de ellos con explicación de todo quanto deberá hacerse y bombas de que han de servirse para él logro de su uso (Feringán 1752)

Es así como Jorge Juan se desplaza a Cartagena y propone un modelo para la construcción de los diques. Feringán, que será el encargado de llevarlos a cabo y dirigir las obras, analiza minuciosamente la

solución propuesta y aporta su alternativa al modelo propuesto solucionando los inconvenientes y dificultades que presentaba el de Jorge Juan (Feringán 1752). El hecho de que Feringán no hubiera incluido la construcción de los diques de carena en su proyecto se debe a que conocía la existencia y muchos pormenores de los diques de Rochefort y Brest (Merino 1980, 2), y estando persuadido de la conveniencia de contar con ellos en Cartagena pero, prudente como era, no había querido exponer aún su idea a la Corte hasta tener la completa certeza de la calidad de los terrenos de Mandarache fruto de las obras que se están llevando a cabo para la realización de los muelles.

Los diques y su planteamiento conceptual

Los diques de carena son imprescindibles para el mantenimiento de una flota capaz de defender los dilatados reinos de la monarquía española con los menores costes posibles. Se trata de receptáculos artificiales construidos en los andenes de los muelles de dársenas o sitios abrigados, en los cuales mediante un sistema de bombeo se achica el agua, una vez introducido el buque en su interior, quedando el barco en seco para proceder a su reparación o limpieza bajo su línea de flotación. El método tradicional para carenar barcos, sin la utilización de los diques secos, era mediante la tumba de los mismos, recayendo todo el peso del buque sobre uno de los costados lo que producía mayores daños en el buque que los que se trataban de solucionar.

> Segun la antigua práctica, era preciso violentar de tal suerte la situación del Navío que se intentaba carenar, haciendolo caér sobre el un costado, que se le ocasionaban gravisimos é irreparables daños; . . . por lo cual se experimentaba comúnmente, que los Navíos salían de la carena con defecto mas perniciosos que los que antes tenian (Sanchez Taramas 1769, 2: 147).

Este sistema para la reparación de los navíos obligaba a repetir a menudo las reparaciones, con lo que ello conlleva de incremento en el costo de mantenimiento de los buques, que a pesar de ésto no consiguen aumentar su vida útil a más de 16 o 20 años.

> Para conservarlos en estado de servicio 16, ó 20 años (que era su mayor duracion), se hacía indispensable repetirles cada cuatro ó seis las mismas carenas; y estos crecidos gastos igualaban, y aun tal vez excedian á los de la propia construccion (Sanchez Taramas 1769, 2: 147).

Todo ello lleva a la necesidad de emplear diques en seco que permitan carenar los navíos en su posición natural. Este nuevo sistema evita las deformaciones y daños que se producían con el vuelco de los mismos, y permite la sustitución y reparación de cualquier pieza del navío sin quebranto para aquel, con menor costo y en menor tiempo, lo que alarga su vida útil hasta los 100 años, y pasa a ser de 16 a 20 años el periodo de tiempo que transcurre entre carena y carena.

> Por las grandes ventajas que resultan de quedar en ellos con la natural posición que se fabricaron, pudiendolos reparar ó mudar cualquiera pieza, . . . ligandolas con la propia ó mayor firmeza que tubieron al principio (Sanchez Taramas 1769, 2: 146).
> Quando se aplican los Diques para las carenas: . . . los Navíos pueden permanecer en buen estado hasta un Siglo entero; siendo lo mas particular, que el tiempo de 16 ó 20 años que duraban antes, és casi igual al que ahora media de una carena á la otra (Sanchez Taramas 1769, 2: 148).

La construcción de este tipo de diques en el Mediterráneo ya se había planteado en otros lugares de Europa como en la ciudad francesa de Tolón y en el arsenal de Venecia. Sin embargo la creencia extendida de que estas obras sólo podían ejecutarse en puertos del océano por el beneficio de las mareas hizo que se desestimara la realización de estas obras. La inexistencia de mareas podría producir problemas insalvables en su construcción y funcionamiento, que suponiendo que se consiguiera realizar a una profundidad de agua tan considerable con la suficiente seguridad y firmeza, debería además, para su utilidad y puesta en uso, conseguir la estanqueidad en sus puertas de manera que se permita agotar el agua del dique sin que ésta se introduzca a mayor velocidad de la que pueden sacar las bombas. (Forest de Belidor 1753, 2).

Estos son los motivos que hacen creer en la imposibilidad de construir este tipo de edificaciones en los arsenales y astilleros del Mediterráneo y hacen que Sebastián Ferigán retrase la decisión de construirlos en Cartagena hasta no conocer la naturaleza del terreno, a medida que avanza la obra de los muelles,

sobre el que podría construirlos y cimentarlos con seguridad. No obstante, a pesar de su prudencia, siempre fue consciente de que el arsenal no sería perfecto ni estaría completo hasta que no contara con este tipo de construcciones.

> Sin este preciso conocimiento era temeridad el proponer obra de tanto Costo, y Contingencias que sin embargo se habia de aprobar por sus ventajosas consecuencias en el Concepto de que pues la proponia, tendria probabilidad de perfecionarla (Feringán 1752).

Los procesos constructivos y los avances técnicos empleados en esta obra perfeccionarán los sistemas empleados en los diques franceses e ingleses y darán solución a las nuevas circunstancias geográficas. La construcción de estos diques se explica detalladamente en el Apéndice a la traducción de la obra de Juan Muller realizada por Sánchez Taramas, y se utiliza como referencia y ejemplo para la materialización de futuras construcciones bajo el agua de similares características.

> Podrá ser util manifestar en esta Adicion la práctica que se ha seguido en el Arsenal de Cartagena para fundar en el agua diferentes Edificios, y señaladamente los Diques, que en estos últimos tiempos se han establecido para carenar en seco las Fragatas, y Navíos de la Real Armada; pues además de ser Obra tan singular, que á excepcion de España, no la tiene en el Mediterraneo Soberano alguno (aunque la apetecen todos, por su importancia), dará mucha luz para dirigir con acierto este genero de trabajos (Sanchez Taramas 1769, 2: 140)

PROPUESTAS PLANTEADAS

El obstáculo principal al que se enfrentan los ingenieros para el diseño de estas construcciones es la ausencia de mareas que trae consigo dos problemas a los que se deberá dar solución desde el proyecto y su construcción: la elevada profundidad bajo el nivel del mar a la que se deberá trabajar durante el día[6] y la desecación del dique mediante medios artificiales, una vez cerrado y con el navío dentro. Sebastián Feringán en su informe «Descripción sobre los Diques para Carenar Navios en seco en el Arsenal de Cartagena» (Feringán 1752) explica el modelo propuesto por Jorge Juán, estableciendo diferentes reparos respecto a diversos aspectos del mismo y aportando so-

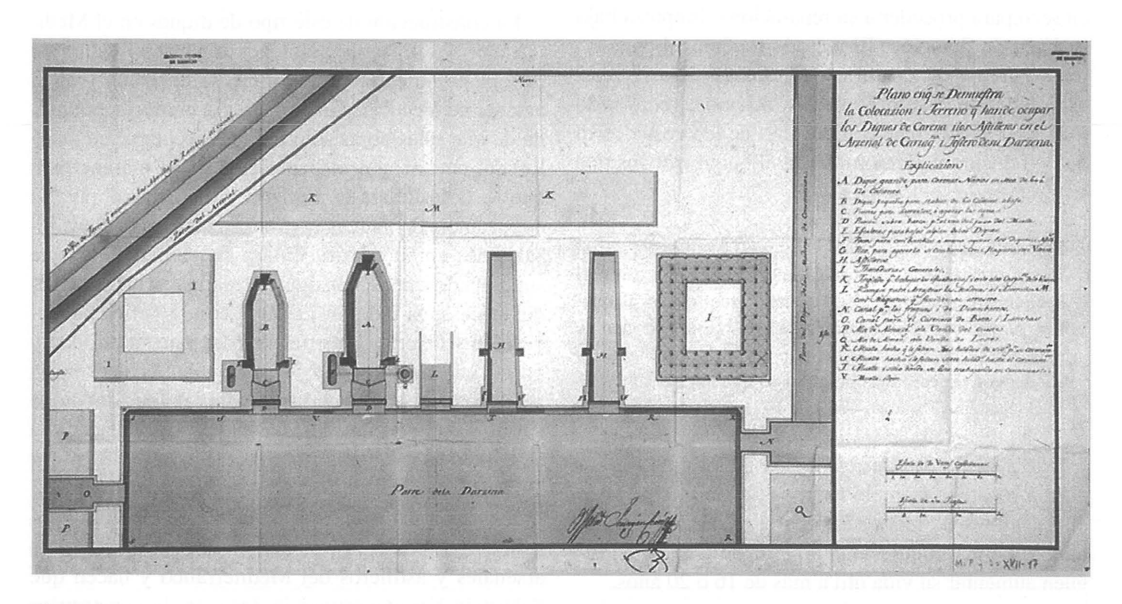


Figura 3
Plano en el que se demuestra la colocación y el terreno que han de ocupar los diques de carena y astilleros en el Arsenal de Cartagena y testero de la dársena (Sebastián Feringán Cortés. AGS, MPD XVII-17)

luciones que hacen desaparecer o minoran los problemas argumentados por el ingeniero. A continuación analizaremos ambas propuestas describiendo las distintas soluciones aportadas en ellas, para cada uno de los siguientes aspectos más relevantes en el diseño de los diques: situación, forma, dimensiones, estanqueidad y mecanismo de desagüe.

En cuanto a su situación

La posición elegida para la construcción de los diques es desde el primer momento consensuada por ambos ingenieros eligiendo para ello el muelle norte de la dársena del Arsenal. Los motivos principales para la elección son dos: el encontrar terreno firme para cimentar los diques al nivel adecuado y la orientación del navío durante los trabajos de reparación.

Respecto a la existencia de un terreno resistente donde cimentar Feringán argumenta:

> Está en proporcion que tendiendose la falda subterranea del monte que está al Oeste, cabalmente las llega á hallar en la profundidad que necesito para fundar los diques, sin hacer más excavación en el terreno firme que la conveniente para ponerlo á nivel (Feringán 1752)

En lo referente al segundo aspecto, los navíos deben orientarse de tal forma que el sol incida por igual en sus dos bandas a lo largo del día de forma que se eviten las deformaciones diferenciales entre maderas sometidas a distintas temperaturas.

> Como por que el tiempo que el navio esté dentro de ellos el sol le calienta igualmente los dos costados por estar de Norte á Sur, su Popa y Proa circunstancia apreciable que mas bien conocen los practicos (Feringán 1752)

Sobre la ubicación elegida hay opiniones discordantes, como la del ingeniero Vodopich, que argumentan la gran cantidad de agua que puede existir en esa zona debido a los antiguos cursos de las ramblas, que antes de ser desviadas, discurrían y desembocaban al mar en esa zona. Sin embargo, Feringán se mantiene firme en su decisión argumentando que en cualquier otra zona del arsenal que se excave a la profundidad necesaria para ejecutar los diques existirá agua en abundancia, resultando determinante para su decisión la existencia de terreno firme al nivel adecuado. Sobre este último extremo sabemos que Feringán no pudo nivelar totalmente la excavación del dique pues en la embocadura el terreno firme apareció a 36 pies de profundidad mientras que en el extremo norte el terreno rocoso se encontraba a 33 pies y 8 pulgadas (Sanchez Taramas 1769, 2: 155–59).

En cuanto a su forma

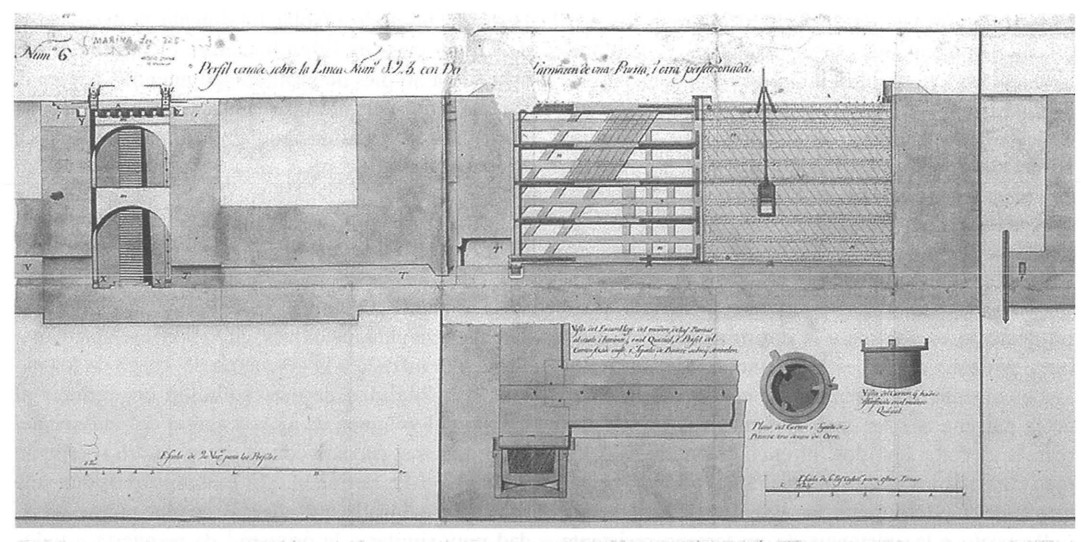
Jorge Juan propone en su modelo una sección transversal curva para los diques, cuyo perfil se aproximara en gran medida a la geometría del casco de los navíos. La finalidad de esta solución era reducir al máximo el volumen de agua a agotar del interior del dique una vez cerrado con el navío dentro (Feringán 1752, 13–14). Feringán, sin embargo propone una sección escalonada que además de tener una capacidad muy similar a la primera,[7] da respuesta a todos los reparos que encuentra para el modelo de Jorge Juan, evitando el gasto innecesario en la labra de la piedra, el desperdicio de material y sobre todo la complejidad constructiva nada beneficiosa en la situación extrema en la que se realizará la construcción.

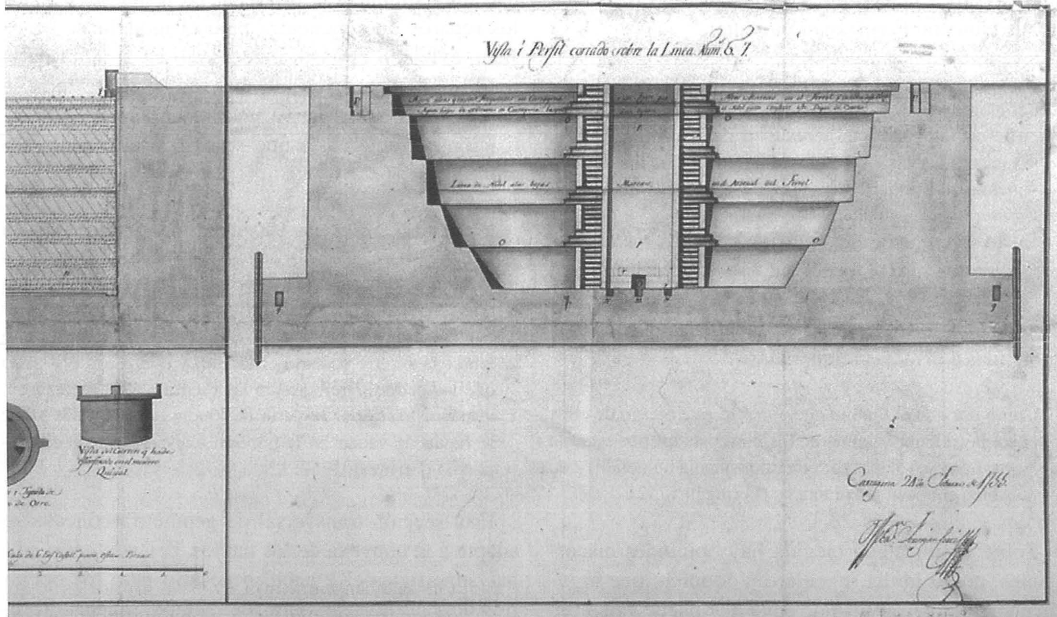
> Era preciso formar una Plantilla del tamaño del Dique a cada hilada de silleria, y numerar las piedras, teniendolas todas labradas para que ál sentarlas guardasen el orden que convenía a la Linea Curba, que han de formar, y pòr consiguiente un Embaraso, y entretenimiento, que solo labrar la silleria costaria el Duplo, y confusion por poco que los peónes equibocasen las Piedras, o las mezclasen, y mayor gasto por la parte de Piedra, que en cada sillar se havia de vaciar en la porcion Concava que le correspondia (Feringán 1752, 12).

Esta sección transversal de geometría cóncava se adapta a la convexa de los navíos, dejando entre ambas superficies el espacio necesario para los operarios durante las maniobras de carena (Sanchez Taramas, M. 1769, 2: 162).

En cuanto a sus dimensiones

> Otro reparo, que a mi ver es el mayor, porque seguida la obra del Dique grande con las proporciones que señala el modelo, después de fabricado me parece a mi, no pudieran entrar en él navios grandes, si algunas Fragatas y en el pequeño vasos mucho menores (Feringán 1752, 45).





Figuras 4 y 5
Plano sobre los diques. (Sebastián Feringán Cortés. AGS, MPD XXI-9)

Las dimensiones del dique construido son 225 pies de longitud y 45 pies de anchura en su base, y en la parte superior 256 pies de longitud y 78 pies de anchura. La diferencia de anchura superior e inferior se reparte en cinco gradas en los costados del dique, mientras que la diferencia de longitud superior e inferior existente permite introducir dos escaleras y un canal para la bajada de los maderos (Sanchez Taramas 1769, 2: 162–63). Feringán modifica la profundidad del dique y la altura de su embocadura respec-

to al modelo de Jorge Juan, manteniendo la anchura de la embocadura que será de 52 pies.[8] La profundidad será aumentada para permitir el carenado de un navío de 80 a 90 cañones, cuyo calado es de 19 pies de agua y teniendo en cuenta que los picaderos sobre los que apoya deben ser de 3 pies de altura.

> Me parece poca profundidad de agua la que se tiene determinada de 19,2 pies al Dique grande, y 17 al pequeño, . . . para que en la quilla, y falsa quilla se pueda hacer él reparo que convenga, . . . parece que son precisos 22 pies de agua por cuya razón siendo, el predicho reparo, y estableciendo mi Proyecto por lo menos 23 pies de Agua en el Dique grande y 20 en el pequeño (Feringán 1752, 44–45).

En cuanto a su estanqueidad

La estanqueidad del recinto es fundamental durante la construcción del dique y durante la vida útil del mismo, pues será ésta la que posibilite que las bombas puedan agotar el agua encerrada por el dique para la carena en seco del navío. Durante la construcción, será necesario mantener la excavación libre de agua. Para ello, a la misma vez que se emprende la excavación del dique grande, en la dársena y frente a su entrada se construye un pozo de 40 pies de profundidad que contiene 37 bombas de rosario distribuidas en tres niveles que mantienen seco el fondo de la excavación del dique. (Sanchez Taramas 1769, 2: 155). La excavación se realizó en 13 fases,[9] para posibilitar que las bombas pudiesen evacuar el agua de cada una de ellas. A medida que se avanzaba la excavación se iba terminando su fondo con tres hiladas de sillares asentados sobre una capa de argamasa,[10] y selladas sus juntas verticales, de manera que se eliminaran las filtraciones de agua del fondo de cada una de las fases (Sanchez Taramas 1769, 2: 157). Respecto a las filtraciones de las paredes de la excavación eran recogidas por zanjas abiertas en el perímetro de la excavación y conducidas a una poza construida al efecto.

Una vez terminada la excavación se realizó el revestimiento de las paredes con hiladas sucesivas de sillares, hasta alcanzar el nivel del andén del muelle, colocados con la misma mezcla que los de cimentación, y a los que luego se trabarían los muros y gradas del dique. El ingeniero director de las obras es consciente de las circunstancias tan especiales en las que ésta se va a desarrollar por lo que contempla dos posibles eventualidades. La primera que el volumen de agua que penetre a la excavación sea superior al que las bombas destinadas a tal efecto son capaces de desalojar, para lo que prevé dejar unos durmientes de madera en el perímetro de la excavación sobre los que poder construir un tablazón de maderas bien calafateadas sobre el cual asentar la obra (Feringán 1752, 76). La segunda contingencia contemplada es la aparición de una vía de agua inesperada durante la ejecución de la obra. El diseño del pavimento de sillares del dique de 8 pies de espesor será capaz de contener esta entrada de agua pues se concibe para que trabaje como una bóveda apoyada sobre los muros laterales del dique.

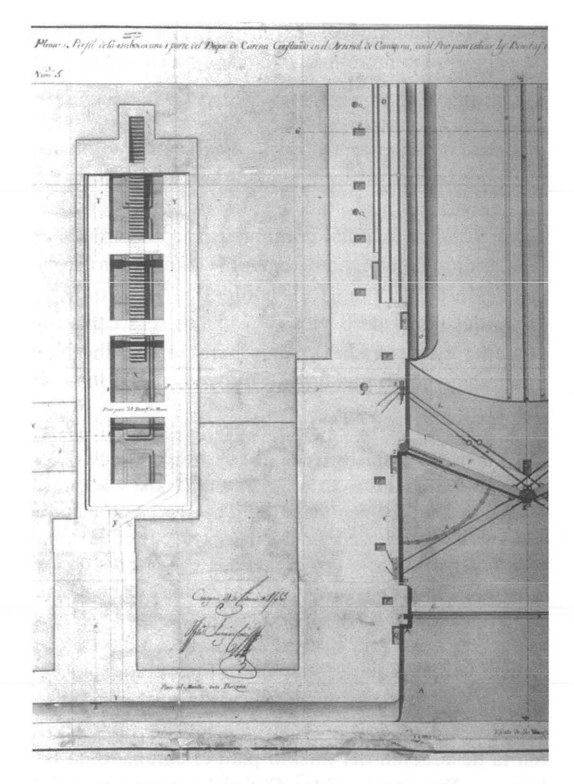
> La trabazon alternativa, con que unos sillares cubren las juntas de los otros en todas las hiladas de una solidez que todo hecho debe considerarse un cuerpo unido tanto, y apoyando las juntas de unos sillares con otros que si fuera hacer pos debajo una excavación que cruzara de una parte a otra del pavimento, se mantendría este como una bobeda de nivel (Feringán 1752, 71).

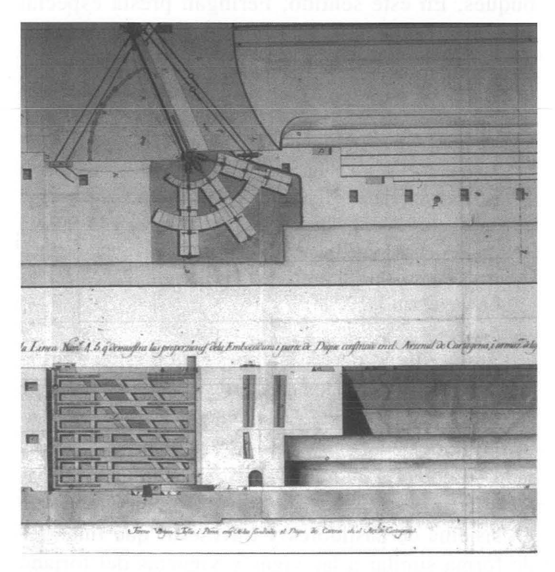
Una vez el dique se encuentre operativo, será necesario asegurar la imposibilidad de que se produzcan filtraciones de agua a su interior que imposibiliten la desecación del mismo para el carenado de los buques. En este sentido, Feringán presta especial atención a las puertas del dique pues es consciente de la complejidad que entraña su construcción y de la responsabilidad de éstas en el funcionamiento del dique, por lo que a ellas dedica un detallado análisis.

> Las puertas de los diques, assi por lo particular de sus maderas, formidable tamaño, y su Construccion prolija por los ajustes de madera con madera, . . . es un artefacto el mas delicado de quantas maquinas hidráulicas se han intentado pues de él dependen los buenos efectos del dique (Feringán 1752, 48).

Para el diseño de las puertas, para que resistan la carga horizontal que les transmite el agua en su parte exterior cuando el dique está vacío, asume los mismos criterios adoptados para la resolución de un forjado de cubierta que debe resistir las cargas verticales a las que está sometido. De esta manera propone un sistema de bastidores y traveseros que funcione de forma similar a las vigas y viguetas del forjado (Feringán 1752, 58–59).

El primero de los reparos que objeta a las puertas del modelo de Jorge Juan es el ángulo que forman





Figuras 9 y 10
Plano sobre los diques. (Sebastián Feringán Cortés. AGS, MPD XXI-8)

una vez cerradas de 118 grados demostrando que el empuje que ejerce el agua sobre ellas, una vez vaciado el dique, será menor si éste es de 135 grados (Feringán 1752, 50). El segundo será la realización de las puertas con maderas de geometría curva, a modo de dovelas de arco, de lo que se derivan una serie de inconvenientes como la pérdida de resistencia de cada uno de los maderos al dotarlos de esta geometría opuesta a la propia estructura interna de la madera y la inexistencia en España de robles[11] con las dimensiones necesarias para obtener de ellos las piezas circulares de los tamaños que precisa el modelo.

> No hallo, que favorezca la practica de estas por lo que en mi Proyecto las pongo rectas, y con la mira a que maderas de 22 pulgadas en quadro sean suficientes, si no las pudiere haver de 24 ó 26 y a ún en caso de no poderse hallar de 22 podrán suplir las de 18 de Canto y 20 de Tabla (Feringán 1752, 55).

En tercer lugar pone de manifiesto el sobredimensionamiento de los maderos que componen las puertas del modelo con el sobrecoste y sobrepeso que conlleva para las mismas acarreando el deterioro anticipado de sus herrajes de bronce.

> Que siendo el peso del Agua contra cada una de las compuertas de 6.048 quintales como de lo citado, a un siendo construidas con los menore palos de 20 y 18 pulgadas. Exceden en fuerza a las que las carga el agua en 5.198 quintales 60 libras, y estando tan superior al equilibrio se evidencia que de estas proporciones quando no se hallaran mayores, serán suficientes, luego no son necesarias las extraordinarias que señala el modelo difíciles y que haya árboles, que las puedan dar con lo que parece he fundado este reparo (Feringán 1752, 60).

Para terminar elimina los tornapuntas y codales que en el modelo de Jorge Juan refuerzan la puerta una vez cerrada, pues perjudican su estanqueidad, al impedir que la presión ejercida por el agua comprima y ajuste sus diversas juntas (Feringán 1752, 64).

El sistema de apertura y cierre de las puertas es fundamental para la conservación de éstas. El utilizado hasta el momento en otros diques y exclusas, consistente en cabos que se atan a la parte superior de los largueros de las puertas, no es el más conveniente pues las puertas sumergidas en el agua al ser traccionadas desde la parte superior de sus largueros sufren innumerables daños. Por tanto Feringán propone un

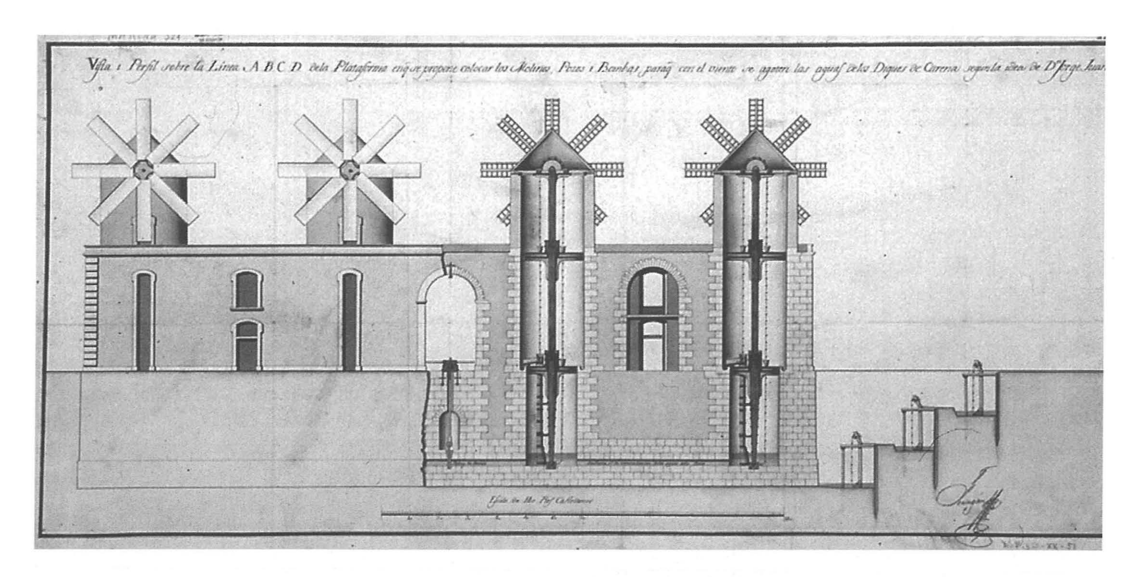


Figura 6
Plano correspondiente al proyecto para agotar el agua de los diques mediante molinos de viento (Sebastián Feringán Cortés. AGS, MPD XX-51)

sistema novedoso para solucionar la apertura de las mismas sin estos inconvenientes.

> Ponerles manillas en tres puntos para que de ellas con igualdad se haga el tiro para abrirlas como se demuestra en el perfil 1° del plano 3°. Letras B. C. D. con tres cadenas que concurriendo a una, y de ella el cabo al cabrestante (Feringán 1752, 68)

En cuanto a los mecanismos de desagüe

Si importante es mantener la cavidad a salvo de filtraciones de agua durante la carena de los navíos, también es fundamental diseñar un sistema capaz de desecar el dique en el menor tiempo posible y con el menor número de incertidumbres posibles. Jorge Juan, en su modelo, diseña un sistema de bombeo basado en el funcionamiento de molinos de viento que dando movimiento mediante el aire a un sistema de cadenas y bombas situadas en un pozo a cierta distancia del dique agoten las aguas naturales del éste. La conducción de las aguas desde el dique al pozo se produce por gravedad a través de un conducto construido en la propia obra del dique.

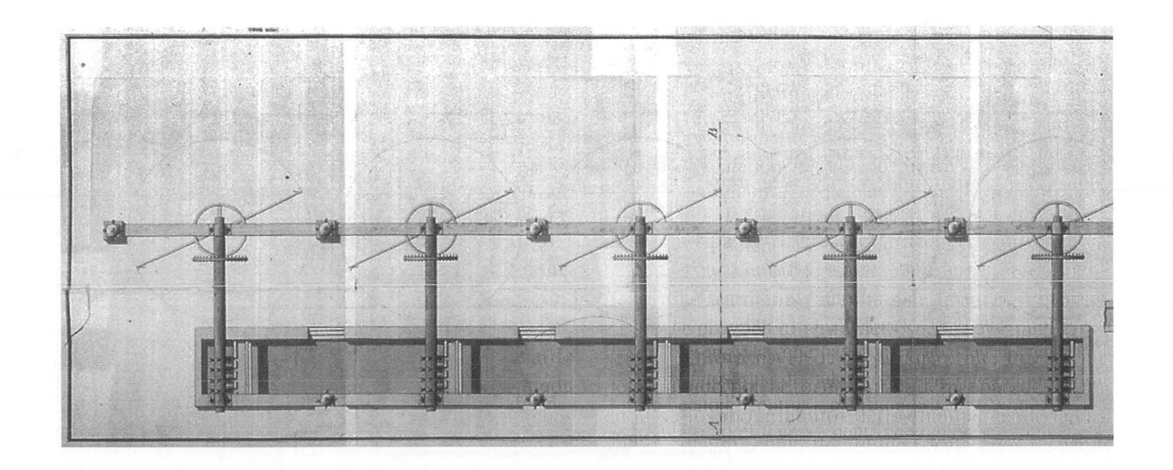
En cuanto a la posición que ocupa el pozo respecto al dique, Feringán objeta que le parecería más adecuado situarlo en las proximidades de éste por el ahorro que supone aprovechar para su construcción las mismas bombas y pozos que para la ejecución del dique.

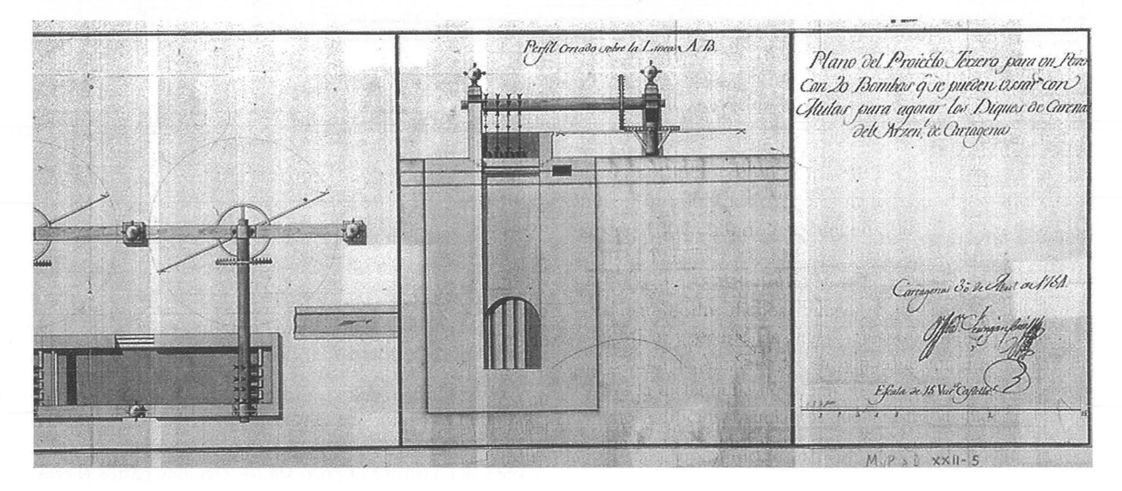
> La construcción del pozo en este sitio es de ahorro considerable respecto, que con el mismo gasto de agotar las aguas para fabricar el Dique, y poca mas excavación, y obra se construye el pozo sin los crecidos gastos (Feringán 1752, 20)

Igualmente, alega que la posible obstrucción del conducto que comunica el pozo y el dique en el modelo de Jorge Juan, supondría la rotura de la obra del dique para su reparación, pues la conducción está construida en el interior del propio muro del dique. La solución aportada es la de realizar dicha comunicación mediante una galería abovedada.

> Se hace preciso abrir el Conducto, deshaciendo parte de lo sagrado de la obra del Dique, con evidente peligro de arriesgarle, por lo difícil, que es unir perfectamente la obra vieja con la nueva (Feringán 1752, 17).

En lo que respecta a la utilización de los molinos de viento como medio para extraer el agua del dique mediante las bombas del pozo, el ingeniero aporta





Figuras 7 y 8
Plano de los proyectos para construir un pozo de bombas para agotar el dique (Sebastián Feringán Cortés. AGS, MPD XXII-5)

unos acertados razonamientos y unos prolijos cálculos (Feringán 1752, 20–43), en los que explica que las incertidumbres que introduce la existencia o no de viento para el funcionamiento de los molinos no son aceptables para un rendimiento óptimo del dique, además de los problemas de mantenimiento que éstos introducen en todo el sistema de bombeo. Para solucionar estas circunstancias, y basándose en la experiencia que ha tenido en la construcción de los muelles, propone la colocación de 16 bombas accionadas por 192 operarios[12] que serán capaces de vaciar el dique, en el caso más favorable en 28 horas y 36 minutos (Feringán 1752, 28).

Consciente de que este sistema permite establecer con toda seguridad el tiempo de vaciado del dique en función del número de operarios y de bombas, así como, el mantenimiento continuado de las bombas, también lo es del inconveniente que puede suponer el coste que suponen los jornales de los peones La solución propuesta a este asunto, y que será llevada a la práctica es que los trabajos sean realizados por prisioneros o desterrados.

Es cantidad de poco reparo respecto de las que ahorran las Carenas en Diques de las de la actual practica, a un que siempre se haga con gente voluntaria, a quien se deba pagar el jornal, . . . y de ningun costo, si a este trabajo se aplicasen Desterrados de los del Arsenal o Moros (Feringán 1752, 31)

Conclusiones

Los diques de carenar en seco que se construyen en el Arsenal de Cartagena durante los años de 1753 y 1754 son los primeros diques de estas características que se construyen en el Mediterráneo. Para llevar a cabo esta empresa se ponen a prueba la pericia y los conocimientos técnicos de los ingenieros militares encargados de su diseño y construcción, D. Jorge Juan de Ulloa y D. Sebastián Feringán Cortés, llegando a realizarse una obra ejemplar en cuanto a sus innovaciones técnicas y su ejecución material.

Notas

1. Taramas, ingeniero militar, visitó el Arsenal de Cartagena en 1765. El apéndice que añade a la traducción que realiza de la obra de Juan Muller, fue escrito en base a las notas que le proporciona Vodopich, y en él, explica detalladamente los procedimientos seguidos para la construcción de los diques y las gradas.
2. A. de Bethencourt, al poner de manifiesto el gran mérito de Patiño, denomina a la base naval de Cartagena como centro nervioso de su política mediterránea.
3. Nació hacia 1660. Sirvió en Francia como ingeniero a las órdenes de Vauban, en la construcción de arsenales y fortificaciones. En 1703, Verboom le propuso pasar al servicio de Felipe V. En 1714 empezó a dirigir las obras de la ciudadela de Barcelona. En 1718 fue nombrado ingeniero director y brigadier de los Ejércitos, dirigiendo las obras de Cataluña hasta 1728, en que pasó a Cartagena.
4. Servicio Histórico Militar de Madrid. Noticias relativas al personal del Cuerpo de Ingenieros Militares. Recopiladas por el Brigadier Aparici en 1854. Expediente de Feringán, pág. 219.
5. A.H.M.C., leg. R.R.O.O. año 1738. Escrito de Ensenada al intendente Rubalcaba de 5 de Mayo.
6. Según Sánchez Taramas la profundidad de la excavación para el dique grande es de 36 pies desde el nivel de la bajamar, lo que supone una altura de aproximadamente unos 10 metros, si consideramos que según J. M. Zapatero, en La fortificación abaluartada americana, p. 51. establece para el pie una equivalencia en unidades métricas decimales de 0,2786 metros.
7. Feringán comprueba la capacidad de cada uno de los modelos de dique, contrastando que para 19 pies de profundidad de agua el modelo de Jorge Juan es capaz de 191.204 pies cúbicos y el suyo de 250.315 pies cúbicos con 23 pies de profundidad. La diferencia que existe entre ambos es de 59.111 pies cúbicos, lo cual es achacable al incremento de profundidad necesario para el correcto funcionamiento de dique. (Feringán 1752, 14–15).
8. La medida de la embocadura del dique se mantiene en 52 pies por ser suficiente para poder pasar por ella un navío como el Real, cuya manga es de 50 pies (Feringán 1752, 48).
9. El dique se dividió en 13 cajones de unos 24 pies de longitud cada uno de ellos. Estos cajones se fueron abriendo sucesivamente a medida que se realizaba la cimentación en cada uno de ellos.
10. La composición de esta argamasa, según queda recogido en el apéndice de Sánchez Taramas, era de dos cuartas partes de cal, una de arena y otra de puzolana, composición aconsejada para las construcciones bajo el agua. (Belidor 1729)
11. Feringán después de diferentes ensayos, explica que las maderas más resitentes son el haya de Nápoles y el nogal, pero no es posible disponer de ellas. El pino las sigue en resistencia pero no tienen la suficiente cohesión entre sus fibras, por lo que opta por la madera de roble cuyo comportamiento sumergido es bueno (Feringán 1752, 57).
12. «En el dique de Brest se agotan las aguas manantiales, de que abunda, con una noria que la mueben 4 caballos el tiempo que dura la carena, . . . se tarda mucho en agotar el dique, y ponerle en estado de que las Maestranzas empiesen a maniobrar, lo que siempre hacen con trabajo grande por la mucho agua manantial, inconveniente lastimos, que este dique, y el de Rochefort padecen, sin embargo de haberse construido en mareas» (Feringán 1752, 21–22)

Lista de referencias

Bethencourt. 1965. *Patiño en la Política de Felipe V*. Valladolid.

Belidor, B. 1737–1739. *Architecture hidraulique, ou l´art de conduire, d´elever et de ménager les eaux pour les differents besoins de la vie*. París.

Belidor, B. 1729. *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d´architecture civile*. París.

Guillén, J. F. 1973. *Los Tenientes de navío Jorge Juan y*

Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral y la medición del Meridiano. Madrid.

Mediavilla, J. 1929. *Las aguas de la Región de Murciana, en realación con los antecedentes históricos de los abastecimientos de la ciudad y campos, Base Naval y Puerto*. Cartagena

Merino, José P. 1980. Técnicas y Arsenales en España y Francia hacia 1800. *Cuadernos de Investigaciones Históricas*, 2. (Valladolid).

Merino, José P. 1981. *La Armada Española en el siglo XVIII*. Madrid: Fundación Universitaria Española.

Rubio Paredes, J. M y A. de la Piñera y Rivas. 1988. *Los ingenieros militares en la construcción de la base naval de Cartagena* (siglo XVIII). Madrid.

Sanchez Taramas, M. 1769. *Tratado de Fortificación ó Arte de construir los Edificios Militares, y Civiles. Escrito en inglés por Juan Muller*. Barcelona.

Feringán, S. 1752. *Descripción sobre los Diques para carenar navios en seco en el Arsenal de Cartagena*. S. H. M., sig. 4–4–5–11

Documentación de Archivo

Archivo General de Simancas (AGS), Secretaría de Marina

AGS, MPD XVII-17
AGS, MPD XX-50, 49,51 y VI-75
AGS, MPD XXII-13
AGS, MPD XII-51, XXV-32, 31
AGS, MPD XXIV-35, XXII-5
AGS, MPD XXI-8, 9
AGS, MPD XXXVIII-114, 115, 116

El cimborrio de madera del antiguo convento de San Pablo de Sevilla

Francisco Pinto Puerto

El cimborrio de madera al que dedicamos este trabajo es parte de la reforma realizada por el maestro Leonardo de Figueroa en el antiguo y extinguido convento dominico de San Pablo en Sevilla, entre los años 1690 y 1709. Afectaron las obras al claustro grande y al templo antiguos, pudiendo extenderse al resto de la estructura conventual, aunque esto último no está suficientemente documentado.[1] Las soluciones formales y constructivas adoptadas por este maestro suponen una refundación tanto de la estructura espacial del templo como de su imagen urbana, donde el cimborio, junto a la desmesurada espadaña, asumen un protagonismo coherente a la importancia de la orden dominica en la ciudad, en cuyo perfil urbano destaca respecto a alminares cristianizados y torres campanarios (fig. 1).

Es el primer ensayo de cúpula sobre tambor realizado en la zona, a la que siguieron otras dos, para la iglesia de San Luis de los Franceses y la colegiata del Salvador, en cuyas trazas también trabajó Figueroa. El modelo de cúpula experimentado en estos tres edificios tuvo un gran éxito, aplicándose a otras reformas y nuevas trazas dispersas por todo el arzobispado hispalense, a lo que contribuyó el hecho de que éste maestro dejara como herencia una importante saga de arquitectos, permitiendo una gran continuidad y evolución de sus experiencias (Sancho, 1984). A través de estos ejemplos se percibe la implantación y evolución de un tipo hasta el momento ausente en el repertorios técnico y formal de esta zona, que creemos tiene su precedente y raíz más inmediatos, en

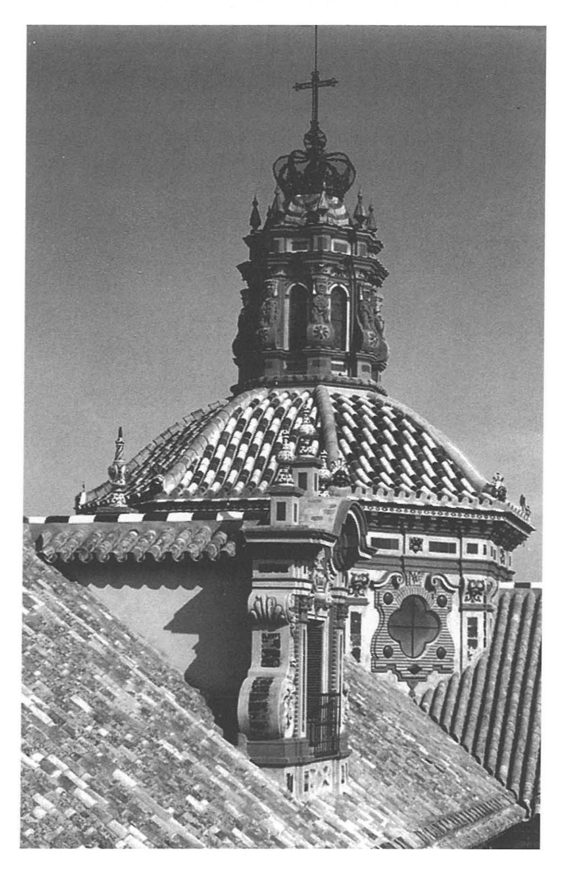


Figura 1
Vista de la cúpula tras su restauración (1994).

las experiencias de la corte madrileña del arquitecto jesuita Francisco Bautista, y del agustino descalzo Fray Lorenzo de San Nicolás, durante los años centrales del siglo XVII.[2]

Esta filiación no pasaría de ser una cuestión de índole estrictamente formal, si no fuera por la verificación de importantes semejanza entre las soluciones constructivas aplicadas en las experiencias madrileñas y las sevillanas. De las primeras tenemos conocimiento a través de la obra del agustino descalzo,[3] quien deja instrucciones gráficas y escritas de cómo se han de ejecutar, haciendo referencia a las realizadas por él mismo y otros autores coetáneos. De la segunda, a través de las obras de restauración en las que intervine, durante los años 1989 y 1991, en colaboración con los arquitectos Alfonso Jiménez y Pedro Rodríguez,[4] donde tuvimos ocasión de inspeccionar directamente el interior de la cúpula de la iglesia del antiguo convento dominico de San Pablo (fig. 2).

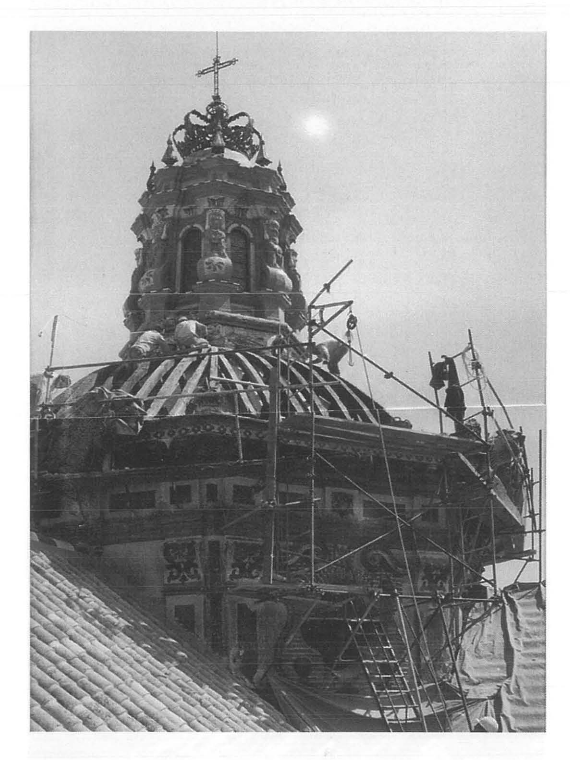


Figura 2
Vista de la cúpula abierta durante su restauración 1990-1991.

Por último, mediante un curioso documento escrito de carácter local citado por Hipólito Sancho (1984:56), que hemos tenido ocasión de consultar. Es una carta de respuesta a una pregunta que hace un geógrafo a un artífice arquitecto donde se declara el pensamiento de la época al respecto de este tipo de soluciones constructivas, y se comprueba la importancia de las nueva experiencias arquitectónicas en construcciones de ladrillo, madera y metal.[5]

La relación existente entre estas tres fuentes documentales aporta una serie de referencias del máximo interés para el conocimiento de este tipo de cúpulas, del proceso de transformación del templo de San Pablo y la dimensión profesional de Leonardo de Figueroa, pero sobre todo, se confirman datos para la historia de la construcción en una época tan significativa como es el tránsito entre los siglos XVII y XVIII. El interés es mayor si consideramos la escasez de información sobre este tipo de estructuras de madera, que generalmente están ocultas e inaccesibles. Por otro lado, entendemos que la recuperación de la terminología específica aplicada a este tipo de elementos, así como un análisis de sus razón constructiva, puede ayudarnos a comprender más sus formas e interpretar sus patologías presentes y futuras.

Las condiciones del edificio

En 1690 se comienza la reforma del antiguo templo, procediendo al abovedado de sus tres naves para adaptarlo al «modo y forma nueva con que en estos tiempos se fabrican los templos» según nos indica el cronista de la época Ortiz de Zuñiga (1796). Según esta fuente se introdujeron unos nuevos arcos torales bajo los existentes, lo que provocó el derrumbe de una buena parte de la iglesia a causa de la quiebra de los pilares que los sustentaban, cuya estructura interna era muy deficiente.[6]

> Se cayó la iglesia antigua año de 1691, primero Domingo de Adviento, después de las oraciones. El caso fue que estándola labrando para bovedarla y ponerla al modo y forma nueva con que en estos tiempos se fabrican los templos, labraron otros arcos (torales) debaxo de los antiguos que tenia la iglesia. . . .(Zúñiga. 1796, tomo 5, 427)

Este trágico suceso marcó definitivamente el desarrollo de la reformas emprendidas, observándose,

desde entonces, una obsesiva aplicación de refuerzos y elementos de seguridad, lo que podemos confirmar a través de las armaduras aún conservadas.

La obra afectó a toda la estructura espacial del templo hasta tal punto que su planta basilical de tres naves y profundo ábside poligonal, cubiertas con madera y bóvedas de aristas, respectivamente, se transformó en una planta en cruz, con cuatro capillas laterales en la cabecera, amplios brazos extensiones laterales de un crucero cuadrado remarcado con una cúpula esférica con linterna.[7] Para conseguir esta nueva configuración espacial, se reformó el profundo presbiterio, donde se alojaría originariamente el coro, que estaba cubierto con bóvedas de nervadura de piedra al modo gótico, reduciéndolo para dejar espacio al crucero, desplazando la sillería a los pies del templo, elevado y conectado con la galería alta del claustro, siguiendo las pautas de las nuevas fundaciones conventuales (fig. 3).

Figueroa reutilizó de forma ingeniosa las estructuras murales y pilastras precedentes que aún quedaban en pie, modificando sensiblemente el carácter espacial del templo, reforzándola para recibir la nueva distribución de bóvedas de cañón con lunetos en las naves, y cúpula sobre pechinas en el crucero[8] (figs. 4 y 5).

Su distribución en planta sigue el tipo de remodelaciones emprendidas en algunas iglesias del arzobispado hispalense durante la segunda mitad del s. XVI y principios del s.XVII, logrando una unidad espacial sin precedentes, sobre todo considerando las pérdidas sufridas por el derrumbe. De las obras anteriormente emprendidas no tenemos noticias, aunque sabemos

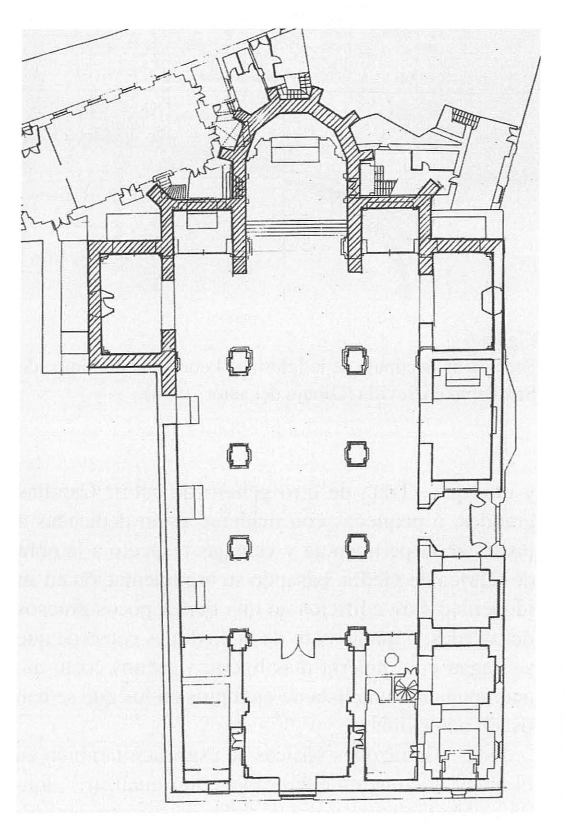


Figura 3
Plantas baja del templo. Queda subrayado la traza de la iglesia mudéjar. Los datos se han obtenido de las excavaciones arqueológicas practicadas durante la intervención (dibujo del autor. 1994).

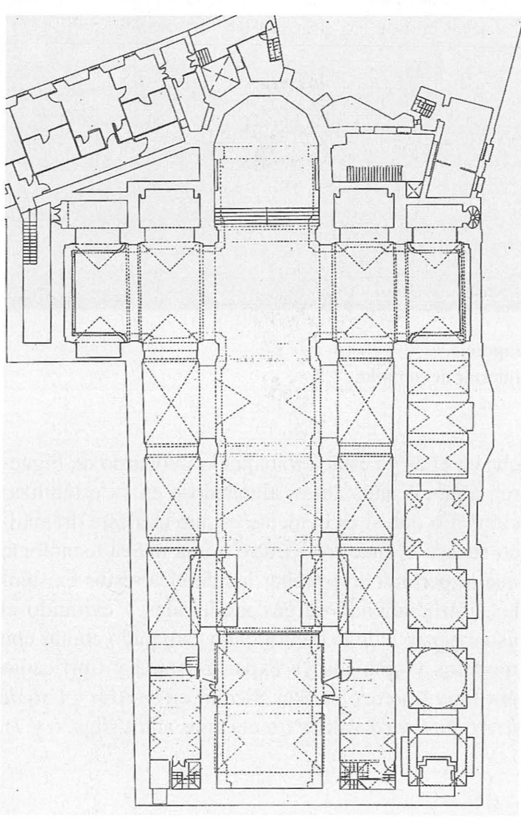


Figura 4
Planta alta del actual del templo. Leonardo de Figueroa 1690–1703.



Figura 5
Interior del templo.

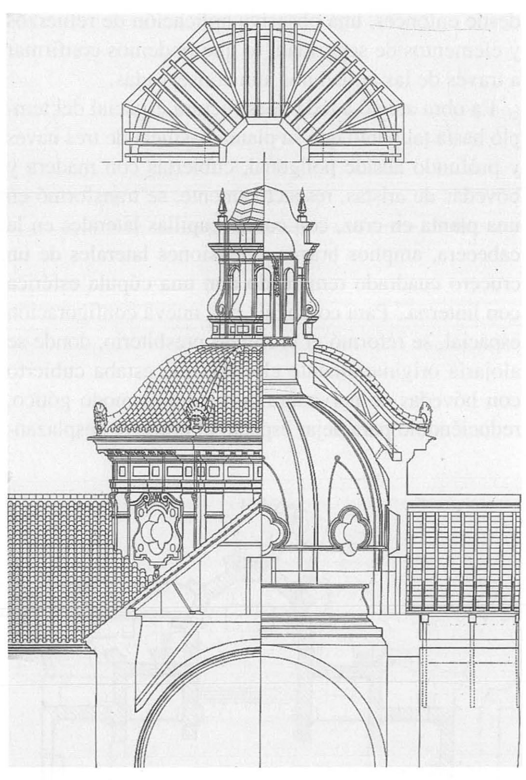


Figura 6
Sección de la cúpula de la Iglesia del convento dominico de San Pablo en Sevilla (Dibujo del autor. 1994).

que en ellas ya estaba trabajando Leonardo de Figueroa algunos años antes, afanándose en su estabilización[9]. Lo que si es evidente es que tras éste dramático suceso el maestro recurre a una nueva tecnología que le permita aprovechar los débiles restos existentes, introduciendo cargas moderadas y evitando el uso extensivo de la piedra. Para esto pudo contar con modelos y técnicas ya experimentada y tipificadas por Fray Lorenzo de San Nicolás en su *Arte y Uso de la Architectura* apenas treinta años antes (figs. 6 y 7).

La razón del tipo estructural

Si revisamos el tratado de Fray Lorenzo observaremos como las primeras líneas del capítulo cincuenta y uno que «Trata de otro genero de cubrir Capillas grandes, ó pequeñas con madera» están dedicadas a justificar su pertinencia y ventajas respecto a la obra de fábrica de piedra, basando su argumentación en su idoneidad para edificios «o que tienen pocos gruesos de paredes, o que lo caro de la piedra es causa de que se hagan con materia más ligera, y menos costosa», acompañando una lista de ejemplos en los que se han usado con éxito.

Estas dos razones básicas se esgrimen también en el tercer documento que proponemos analizar,[10] donde se añaden otras razones, todas de carácter empírico, que debemos valorar dentro del contexto cultural en el que se producen, en un momento de revisión ilustrada de la historia de la ciudad, la sociedad y sus recursos científicos y tecnológicos ante el final del siglo XVIII, lleno de innumerables cambios. Las ra-

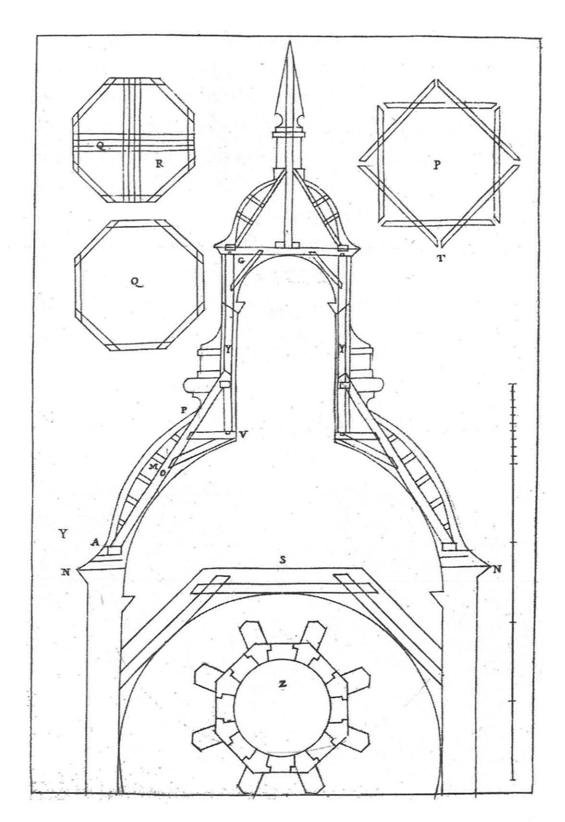


Figura 7
Demostración correspondiente al capítulo 51 de la segunda parte de Arte y Uso de la Arquitectura. Fray Lorenzo de San Nicolás (1664, 195).

zones esgrimidas en este texto se pueden resumir en la siguiente relación:

1. La primera es el mejor comportamiento de las fábricas de ladrillo ante los movimientos sísmicos, como atestigua el hecho de que los tres cimborrios sevillanos soportaran muy bien el terremoto de 1734.
2. La segunda viene a insistir en la razón económica, por la rapidez de su ejecución que se cuantifica en la labra de una vara lineal de fábrica de ladrillo frente a la de piedra.
3. La tercera, por el peso, menor en el caso de la fábrica de ladrillo.
4. La cuarta por la escasez de piedra en estas tierras, y por el mal uso que de ella se hace, ya que, según el autor del texto, era necesario dejar madurar los sillares al menos dos años entre su extracción y puesta en obra, lo que nunca se practicaba.
5. La quinta y última, por su facilidad de reparación, pues era más fácil sustituir paños o tramos de fábrica de ladrillo, por el espesor del material y su traba, frente a los de piedra, en los que se tendía a emparchados «chapuceros».

Tras estas razones, más o menos justificadas, sentencia finalmente el texto: «Previenen los experimentados Artífices Architectos, que las bóvedas, ó Cúpulas, sean livianamente cargadas, y no con graves pesadeses» citando a Leonardo de Figueroa y Carlos Fontana como ejemplos de este buen hacer.

Esta defensa de las fábricas en ladrillo y madera, realizada desde una perspectiva relativamente cercana a los hechos, en torno a 1755, viene a demostrarse las constantes dudas existentes entre el uso de uno u otro tipo de elementos portantes, usadas simultáneamente y sin un criterio cierto, salvo el económico. De hecho, recordemos como el tratado de Fray Lorenzo, en la primera línea del capítulo, cita la novedad de las soluciones en ladrillo y madera para las cúpulas aún en 1664:

> En España, particularmente en esta Corte se van introduciendo el cubrir las Capillas con cimborrios de madera,. . . (Fray Lorenzo de San Nicolas, 1664, 185)

Quiere esto decir que cerca de cien años después sigue estando vigente el debate abierto entre estos tipos constructivos y estructurales en el ámbito sevillano, como demuestra nuestro tercer documento. Estas constantes dudas pueden deberse a la herencia de una importante experiencia en fábricas de piedra, y en concreto de cúpulas como las que recogen y demuestran Hernán Ruiz o Alonso de Vandelvira en sus manuscritos, que entendemos son sus precedentes más inmediatos (fig. 8).

De hecho, será estos modelos pétreos el germen donde maduren las de ladrillo y madera (Sancho, H. 1984), intentando imitarlas en su apariencia interior y exterior, además de solucionar los problemas de estabilidad y de coste económico que suponían para cualquier fábrica que se emprendiera en estas fechas. La aparición del tambor y la elevación de la cúpula y su linterna sobre el volumen del templo, lo convier-

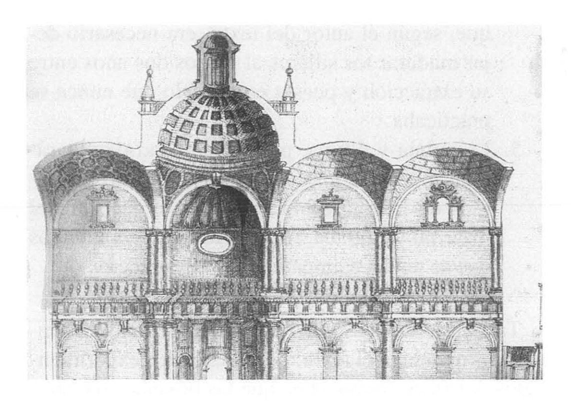


Figura 8
Propuesta de sección para la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas. Fragmento. Manuscrito de Arquitectura de Hernán Ruiz II (1564–1569. Folio 109 v.).

ten en nuevo elemento de referencia urbana, un aparato de representación donde convergen una nueva iconografía, que en nuestro caso alude a la vinculación de esta orden con la cultura proveniente del otro lado del Atlántico. Estípites de imaginería indiana, acroteras cerámicas representando cabezas indígenas, ocupan el espacio de pilastras y basas, confiriendo una identidad especial al conjunto. Junto a estas variaciones formales encontraremos otras tantas estructurales y constructivas respecto al tipo de cúpula definido durante el s. XVI que no son más que respuestas a una serie de nuevos requerimientos:

1. Uno de ellos es la utilización de faldones de pares y nudillos muy inclinados, cubriendo las bóvedas de ladrillo de las naves, débiles a la intemperie, frente a las soluciones en terrazas que permitían las bóvedas pétreas trasdosadas con ladrillos cerámicos. Esta nueva condición exigirá elevar la cúpula exteriormente, lo que no era imprescindible en las soluciones pétreas, donde se concebía como torre de zunchado y arriostrado de los empujes de la cúpula aportando peso en su tercio inferior, ocultando casi en su totalidad la forma esférica, que quedaba disfrazada de torre o castillo, remitiéndonos a los modelos de cimborrios medievales, tal como se aprecia en la fig. 7.
2. Consecuencia de lo anterior es la aparición del tambor, que además del efecto de elevación, desvincula a la cúpula, como superficie activa, del círculo horizontal tangente a las pechinas, y por tanto, la descarga directa sobre los muros de las naves. Este lugar está ocupado ahora por una galería, que en forma de balconada marca una clara diferencia espacial entre las pechinas y la representación interior de la esfera. Esta nueva pieza prismática por fuera y cilíndrica por dentro, debe asumir la recepción de la cargas y responder bien ante ellas, surgiendo toda una serie de nuevos elementos y consideraciones que el texto de Fray Lorenzo procurará aclararnos (fig. 9).

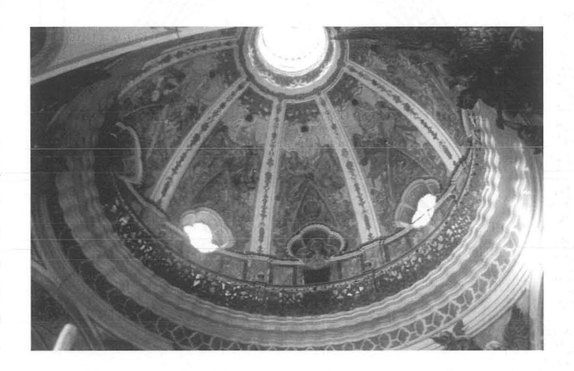


Figura 9
Interior de la cúpula del crucero de San Pablo en Sevilla. Leonardo de Figueroa, 1696–1703.

3. Otra exigencia, es el uso de tejas cerámicas muy características de la zona, como elemento de protección exterior, frente a la solución madrileña de pizarra o plomo propuestos en el manuscrito. La tradición en el uso de la cerámica y los vidriados en esta ciudad permitirá un mayor desarrollo de estas soluciones y su adaptación a las más diversas situaciones, como son los paños ochavados de los cimborrios, pudiendo establecerse una clara filiación con las cúpulas realizadas en estas fechas en el ámbito valenciano, donde encontramos con frecuencia ejemplos de la doble curvatura de los faldones.[11] Esta tendencia a la doble curvatura se verá corregida en modelos posteriores, como es el caso de San Luis de los Franceses, de imagen más

cercana a las cúpulas madrileñas, aunque dejara ya marcada una trayectoria seguida por otros maestros coetáneos en el resto del arzobispado.

Por lo tanto, podemos considerar que el modelo de cimborrio que estamos analizando es una evolución lógica de un tipo espacial construido en piedra, muy desarrollado en la segunda mitad del s. XVI en la región, en relación a las experiencias de plantas en cruz, adaptada ahora a nuevas exigencias económicas, formales, y constructivas con claras influencias de las experiencias madrileñas y valencianas.

Una obra muy segura, y muy fuerte, y que imita en lo exterior a las de cantería

A partir de aquí iremos comparando la solución observada en nuestra cúpula con aquella otra descrita gráfica y literariamente por el agustino descalzo en su tratado, verificando semejanzas y diferencias, a la vez que identificando y localizando los términos usados para cada elemento. Debemos considerar en esta comparación los propios condicionantes que ofrece el edificio preexistente, ya descritos, así como la tradición constructiva del lugar, pues son elementos determinantes de las variables que podemos observar sobre el modelo del tratado.

Con el nuevo diseño espacial de Leonardo de Figueroa para el templo de San Pablo, queda muy condicionada la dimensión de la cúpula que nos ocupa, pues descansa sobre los cuatro grandes arcos torales que a su vez estriban en los muros de cierre laterales de la nave central, preexistentes, y del nuevo crucero, arrojando una luz en ambas direcciones de unos nueve metros (33 pies), que está entre los treinta y cuarenta pies propuestos por el manuscrito,[12] tal como indicamos en el cuadro comparativo (tabla 1).

Por otro lado, las estructuras de maderas que cubren las bóvedas de las naves y presbiterio, compuestas por pares y nudillos sobre estribos y tirantes de grandes dimensiones, se encuentran y traban al llegar al crucero, mejorando considerablemente la estabilidad en la coronación del muro y sobre los arcos torales, lo que no ha dejado de causar alguna quiebra en sus claves, hoy día estabilizadas (fig. 10).

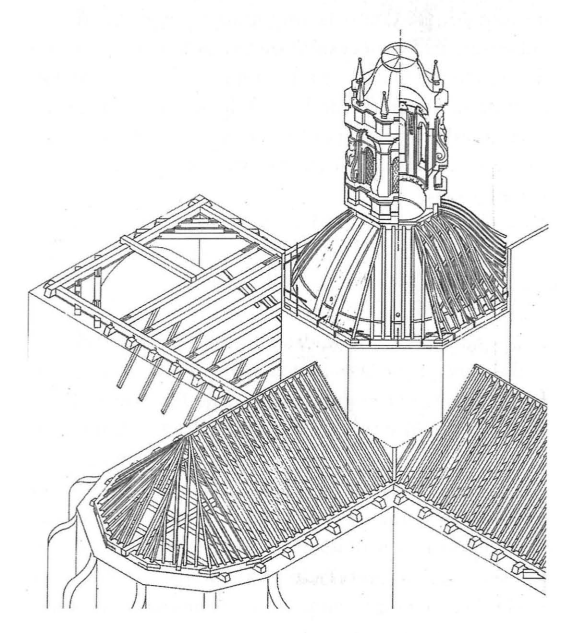


Figura 10
Axonometría del conjunto de armaduras de lo prieto que forman el crucero del templo del convento de San Pablo en Sevilla (Dibujo del autor 1994).

Con este primer estribado se comienza la construcción del *ochavo* o tambor de la cúpula, octogonal por

Tabla 1
Cuadro comparativo de dimensiones generales del cimborrio.

Elemento	*Dimensión Según FLSN (pies)*	*San Pablo (pies)*	*San Pablo (cm)*
Diámetro interior (d)	Entre 30 y 40 p	33 p	910
Espesor muro ochavo	$^1/_{10}$ d entre 3 y 4 p	2,7 p	75
Dimensión exterior ochavo	Entre 36 y 48 p	38,4 p	1060
Altura del ochavo	20 p	19,5 p	540
Diámetro interior ochavo alto	$^1/_4$ d entre 7,5 y 10 p	8,2 p	227
Diámetro exterior ochavo alto	$^1/_3$ d entre 12 y 13 p	12,4 p	372

fuera y circular por dentro, cuya altura es suficiente para salvar la limatesa de la cubierta de las naves central, brazos del crucero y del presbiterio, y dejar paso a la cornisa de coronación, aportando una gran unidad formal a la imagen externa de la cúpula. Su altura y espesor se mantienen también en los márgenes aportados por el manuscrito si consideramos que su medida hasta el asiento del estribo de madera es de 19 pies. Sin embargo, la envergadura de la cornisa de remate, así como la importante pendiente de las cubiertas, hacen necesario elevar el tambor más allá de la cota del estribo, lo que repercute en una reducción de la pendiente de los cerchones que dan forma a la cúpula, confiriéndole esa imagen achatada que Figueroa corregirá en el Salvador y San Luis de los franceses (fig. 8).

A partir del asiento del estribo se comienza a ejecutar la armadura de madera que sustentará la parte visible desde el exterior, es decir, la cubierta que protege la cúpula y la linterna.

La parte cóncava de estas últimas quedan relacionadas con el programa espacial interior, desplazada levemente hacia la parte inferior de la cornisa de remate del *ochavo* dejando espacio a las limatesas. Este desplazamiento, leído aquí desde su dimensión constructiva, supone un distanciamiento entre forma exterior y espacio interior, que es uno de los elementos compositivos fundamentales del barroco, lo que viene a plantear la relación indisoluble, en el campo de la Arquitectura, entre forma, función y construcción, y el interrogante sobre cual de estos aspectos es el motor del cambio, de la evolución.

Dejando simplemente planteada esta cuestión, y siguiendo el proceso constructivo propuesto por Fray Lorenzo, observamos como sobre la coronación del ochavo se ejecuta una de las piezas de mayor responsabilidad, «el estribo», en la que encontramos algunas variaciones con el manuscrito. Esta pieza está compuesta por madera e hierro. La primera forma el plano de asiento de las piezas inclinadas y debe garantizar la estabilidad de la forma ochavada ante los empujes de estos. Para ello deben estar encajados a media madera, lo que se cumple en nuestro caso aunque sin dejar la unión distante de las cabezas de la madera. La falta de madera en el arriostramiento de cada esquina se suple en la cúpula sevillana con un sobredimensionado de los refuerzos metálicos, de barras de sección cuadrada unidas a un refuerzo perimetral de la cúpula de ladrillo interior. El estribado de madera cede así parte de su misión estructural a

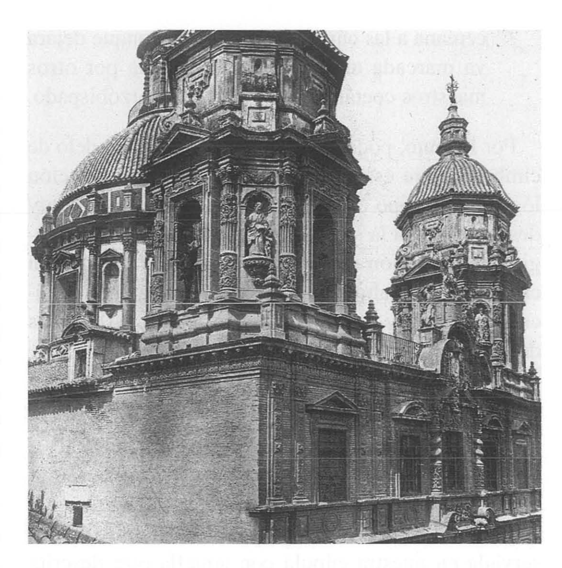


Figura 11
Vista de la cúpula de la iglesia de San Luis de los Franceses. Leonardo de Figueroa 1725.

Tabla 2
Comparación de escuadrías entre la cúpula de San Pablo y el manuscrito.

Elemento *Para diámetro interior de 30 pies*	*Dimensión* *Según FLSN (pies)*	*San Pablo* *(para 33 p)*	*San Pablo (cm)*
Estribos	Tres pies y tercia	33 p	910
Limatesas	Pie y cuarto y tercia	2,7 p	75
Partorales	Tercia y cuarta	38,4 p	1060
Manguetas		8,2 p	227
Cerchones	$^{1}/_{3}$ d entre 12 y 13 p	12,4 p	372

las barras de hierro ancladas al muro y a la bóveda, que como en el manuscrito se recomienda, van forradas de plomo. Todos estos refuerzos metálicos responden al problema de estabilidad planteado al inicio de la obra, verificando la necesidad expresada en el tercer documento aportado: «Estas barras, así de bronce como las de hierro se aplican a Edificios flacos, no a robustos, porque ellos no las necesitan».[13]

Sobre el estribo se eleva la armadura de madera, comprobando como lo registrado en obra, coincide en lo básico con la «demostración» del manuscrito en forma y dimensión, tal como exponemos en la tabla 2, por lo que entendemos que el resto debe ser muy semejante.

Las variaciones se localizan en las dimensiones de las escuadrías de madera, así como en las uniones de las mismas, que podemos resumir en los siguientes puntos:

1. Ausencia de unión de los cerchones con el estribo a causa de la elevación del tambor antes citada, lo que obliga a recibir los extremos de los cerchones en la fábrica de ladrillo de la cornisa. El papel de estos como elementos para dar forma permiten su desvinculación del estribo sin excesivos problemas.
2. Refuerzo de la cúpula esférica interior mediante encadenados en meridianos y paralelos. Los primeros perpendiculares a los paños planos del ochavo del tambor, y los segundos como refuerzo en la coronación del tambor, donde se reciben las escuadras metálicas. Esta últimas adquieren un tamaño importante y sustituyen a los empalmes de la madera en las esquinas de los ochavos.
3. Sobredimensionado de las péndolas que quedan semienterradas en el trasdós de la cúpula, igualando en sección estas con las limatesas partorales (fig. 12).

4. Sobre los cerchones existía un tablero de madera para formar el plano de asiento de las tejas, realizado con tablas de 3 cm de espesor. Por su grosor sirve de riostras entre cerchones a los que se encuentran clavados, permitiendo un cierto grado de monolitismo al conjunto.

A estas diferencias sustanciales con el modelo gráfico, hay que añadir otra no menos interesante, como es la creación de un sistema de ventilación original y curioso. El sistema permite una corriente de aire entre el interior y el exterior que ventilada la cámara creada entre la cubierta y la cúpula interior. Esta última queda perforada por orificios coincidentes con el vértice de la intersección entre los lunetos y la superficie esférica, ornamentados y bien disimulados. Hacia el exterior los orificios se ubican en los extremos inferiores de las limatesas entre paños del ochaco, ejecutadas con una teja vidriada de distinto color y mayor dimensión a la de los paños. Bajo estas se colocaron tubos cerámicos parecidos a los usados en bajantes, que con una leve pendiente hacia la bocateja, para evitar entrada de agua, se introducía hasta la cámara interior, permitiendo así un respiradero sobre la cornisa, escamoteado bajo la teja. El frente exte-

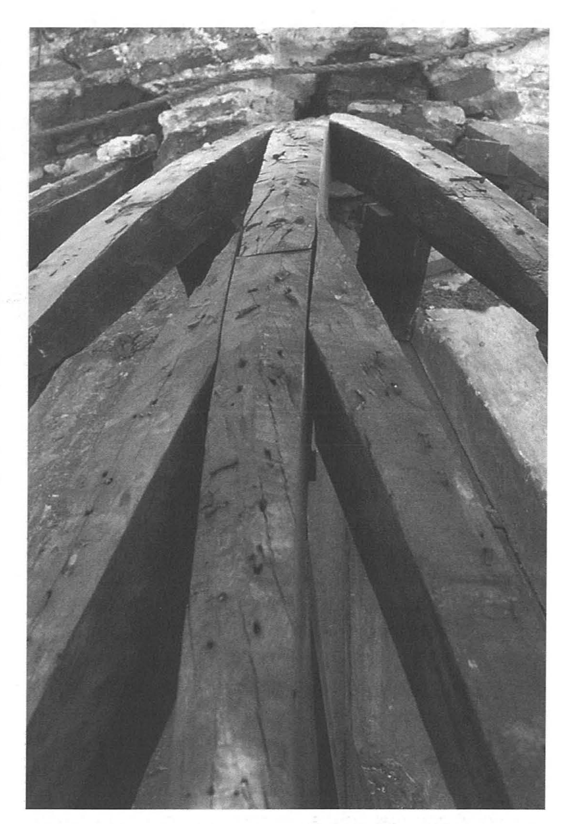


Figura 12
Detalle del encuentro de los cerchones sobre pastorales y limatesa.

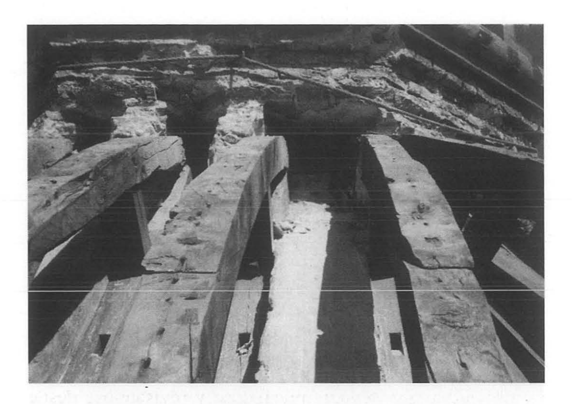


Figura 13
Detalle de unión con el ochavo de madera superior.

rior queda ornamentado por una acrotera, cuya imagen reproduce la cabeza de un indio ataviado con plumas y una imponente boca abierta, que recuerda a una máscara.

Como ya hemos comentado, del resto de los elementos no tenemos constancia directa, ya que por las características ornamentales de la linterna no pudimos registrarla interiormente. Sin embargo, y a tenor de los elementos descubiertos y los registros que pudimos realizar, se puede realizar la hipótesis que planteamos en el esquema anteriormente citado, donde diferenciamos con claridad lo verificado de lo supuesto.

CONCLUSIONES

La decisión de introducir una nueva tecnología o un nuevo ingenio en procesos de producción constructiva tradicionales supone, por sí, una llamada de atención en el devenir histórico, un momento significativo por varias razones.

1. En primer lugar porque se necesitó de una experiencia propia o ajena, y de un soporte científico mínimo, entendido este en su estrecha y ambigua relación con el arte hasta al menos el s. XVIII. En este sentido el maestro Figueroa demuestra un «arte y uso» experimentado de los recursos constructivos que ya estaban presentes, de una manera más o menos constante, en el ámbito sevillano. Los gremios de carpintero de lo «prieto, de lo blanco y de ribera»,[14] estaban suficientemente organizados y jerarquizados, permitiendo una respuesta eficaz a los nuevos requerimientos que se podían solicitar, como el construir una grúa u otro tipo de ingenio. En este sentido, no es de extrañar que sus conocimientos aparezcan ordenados y aplicados en tratados como el de Fray Lorenzo de San Nicolás, en este caso para la resolución de este tipo de cimborrios. Lo cierto es que este maestro no pudo ejecutar esta bóveda, en primera instancia, sin este soporte profesional.
2. En segundo lugar, estas nuevas soluciones constructivas suponen una salida airosa para el cierre y conclusión de numerosas empresas emprendidas en épocas anteriores, ralentizadas o paralizadas por las nuevas condiciones económicas y sociales, manteniendo en plena vigencia el debate abierto entre sistemas constructivos pétreos y en fábrica de ladrillo, entre los que se plantea la eterna dualidad: economía y firmeza de las obras.
3. Por último, recordar el hecho de que el ejemplo tratado, tal como se recalca en el tercer documento citado «Pregunta que hace un Geographo a un artífice architecto...» (Anónimo 1755), ha respondido bien a los numerosos movimientos sísmicos producidos a lo largo de su historia, cuya mayor consecuencia ha sido la apertura de las claves de los arcos del crucero, estabilizado por la existencia de importantes estribados y atirantados de madera, anclados y recibidos a la fábrica por elementos metálicos.

Será la constancia de las experiencias obtenidas por estos maestros, y su aceptación en el conjunto de la profesión, lo que permitió una evolución, que derivó con el tiempo, en la introducción de nuevas propuestas tanto formales como constructivas. De las primeras tenemos noticias gracias a la historiografía tradicional, mientras que de las segundas sólo a través de la intervención en monumentos, o de estudios y análisis que abunden en los temas antes señalados. Su difusión permitirá en un futuro tener un conocimiento más amplio de la realidad constructiva que hemos intentado analizar, y reconocer el verdadero papel que estas tuvieron en el desarrollo de nuestra Arquitectura, y de paso, contribuir a una mejor preservación del legado que aún nos queda.

NOTAS

1. Las noticia más completa sobre esta reforma la tenemos aún hoy a través de Sancho, H. (1984).p.54–63.
2. Bonet Correa, Antonio. (1984) 17, 31–34.
3. Fray Lorenzo de San Nicolás. (1664 parte 2) Capítulos 50, 51 y 54. p. 185 ss. El mismo modelo de cimborrio, con seguridad copiado del anterior, lo vemos recogido en otro manuscrito, en este caso realizado por Rodrigo Marco (1699). De el tenemos noticia a través de Nuere (1989).
4. El proyecto consistía en la restauración de toda la cubierta del templo, con importantes problemas de filtración, y de toda la armadura de madera de importantes dimensiones. Sobre el mismo ver Jiménez, A y Pinto , F. (1993).189–196
5. Anónimo (1755). «Pregunta que hace un geographo a un artífice architecto, sobre si los edificios de ladrillo son mas permanentes que los fabricados en piedra: y si las barras o pernos de hierro son perjudiciales en las piedras, o favorables en las fábricas de ladrillo». AHMS. Papeles del Conde de Aguila, tomo 3°, núm.45. Indice actual 8(4ª)/4. Entre los papeles que componen el legado del Conde de Aguila, aparecen un sinfín de escritos en forma de carta o declaraciones que nos intentan acercar a los conocimientos científicos y técnicos de la época, carentes de otro tipo de difusión y recopilación.
6. Ortiz de Zúñiga, D. (1796). tomo 5. 428. El autor cita como fuente un documento del archivo del Convento, perdido tras un incendio. Debemos advertir que los años correspondientes al período entre 1672 y 1700 fueron añadidos a los Anales del autor citado por Antonio María Espinosa y Cárcel, editándolos completos en 1795–1796.
7. Que el ábside estuviera estaba cubierto con bóvedas góticas con nervios de piedra lo verifican los restos de los enjarjes aún existentes, visibles sobre las actuales bóvedas encamonadas. Las excavaciones realizadas durante la intervención de restauración llevada a cabo entre los años 1995 y 1998, permitieron detectar restos de cimentaciones que confirman una estructura lineal, siguiendo la tradición mudejar cordobesa y sevillana.
8. La reutilización de los restos existentes es consustancial a la situación económica, hasta tal punto que en este mismo edificio, vemos como la portada lateral del templo, que actualmente abre a la calle San Pablo, de origen mudejar, es relabrada convirtiéndola en una barroca, quedando algunos restos originales incorporados a la misma, como varias ménsulas y metopas. Se aprovecharon así todos sus sillares para la nueva obra.
9. En las vigas que forman el forjado del coro, encontramos durante su restauración un grafiti que fija la fecha de las obras, para esta parte del edificio, en 1690.
10. Anónimo (1755).
11. Estos ejemplos nos remiten al origen de nuestro maestro, nacido en Utiel, que aún perteneciente al obispado de Cuenca, mantienen una mayor filiación con el devenir de las tierras de Levante, mucho más próximas.
12. Capítulos 51 y 54 de Fray Lorenzo (1664). Se usan alternativamente las dimensiones de 30 y 40 pies para los diámetros interiores de los cimborrios.
13. Anónimo (1755).
14. Duclós Bautista, Guillermo (1992).49–54. Los tres grupos de carpinteros presentes en Sevilla se regían por ordenanzas que venían aplicándose y revisándose desde época de Alfonso X. La revisión más importante se realiza en 1632 por Andrés Grande. En ellas destaca la cualificación de los carpinteros de «lo prieto» para realizar trabajos de armaduras estructurales principales, además de carretas, grúas, tornos, etc.., con maderos más bastos. Es decir, estaban cualificados y sensibilizados para la realización de ingenios que permitían la solución de nuevos problemas como los que pudo encontrar Figueroa ante la ejecución de la reforma de San Pablo de Sevilla.

LISTA DE REFERENCIAS

Bonet, Antonio. 1984. *Iglesias madrileñas del siglo XVII.* Madrid: CSIC, Instituto Diego Velásquez.

Duclós, Guillermo. 1992. *Carpintería de lo blanco en la arquitectura religiosa de Sevilla.* Sevilla: Diputación provincial de Sevilla. Sección Arte. Serie 1ª. Nº 26.

Jiménez, Alfonso y Pinto, Francisco. 1993. Restauración de la iglesia de la Magdalena de Sevilla, en *Quaderns cientifics i técnics* nº5. Barcelona: Diputación de Barcelona.

Marco, Rodrigo. 1699. *Manuscrito sobre carpintería de lo blanco.*

Nuere, Enrique. 1989. *La carpintería de armar española.* Madrid. ICRBC, Ministerio de Cultura.

Ortiz de Zúñiga, Diego. 1796. *Anales eclesiásticos y seculares de la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla.* Sevilla, (facs. Ed. Sevilla. Guadalquivir, 1988)

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1664. *Arte y uso de la Architectura. Segunda parte.* Madrid. (facs. Ed. Madrid. Albatros, 1989)

Sancho, Hipólito. 1984. *Arquitectura barroca sevillana del siglo XVIII.* Madrid.

La influencia persa en el origen de la arquitectura gótica: Dieulafoy y su tesis

Elena Pliego de Andrés,
Alberto Sanjurjo Álvarez

Auguste Choisy en su libro «El arte de construir en Bizancio» presenta las inéditas conclusiones del trabajo que un joven ingeniero, Marcel Dieulafoy, está desarrollando en Persia (Choisy [1883] 1997, 191). ¿Quién era Marcel Dieulafoy y en qué consistían sus investigaciones? En el debate surgido en la segunda mitad del siglo XIX en Francia en torno al origen de la arquitectura gótica, Viollet-le-Duc jugó un papel decisivo. Uno de sus discípulos, Marcel Dieulafoy, realizó dos expediciones a Persia (1881 y 1885) para buscar pistas de ese origen. Nuestra comunicación intenta poner de relieve la figura de este ingeniero francés que, en compañía de su mujer, Jane Dieulafoy, dedicó su vida a relacionar el arte oriental con Occidente[1].

Viollet, inicialmente, era partidario de la teoría que atribuía un origen exclusivamente francés a la arquitectura del siglo XII. Entre los años 1844 y 1847 escribió una serie de artículos en «Annales archeologiques», publicación dirigida por Alphonse Didron Ainé, en los que se opone a cualquier influencia oriental en el arte gótico (García 1996, XXI). La tesis mantenía que el gótico era un sistema racional que resolvía con economía y lógica el abovedamiento de una basílica. En esta línea de argumentación se encontraban un grupo de estudiosos que publicaban sus trabajos en los «Annales archeológiques» en la segunda mitad de la década de los años cuarenta, entre los que podemos citar a Lassus y a Félix de Verneilh. Esta teoría era compartida también por Jules Quicherat, que publicó varios artículos en la «Revue archeologique» defendiendo tesis análogas.

Sin embargo en las investigaciones de De Vogüé y Duthoit, que darían como fruto el libro «Syrie centrale; architecture civile et religieuse du 1er au VIIe siècle», se describen unas iglesias del siglo IV donde aparecen formas características de la arquitectura ojival (De Vogüé y Duthoit 1865).

A raíz de estos descubrimientos Viollet (1868, 479) cambia de opinión y en el artículo dedicado a las bóvedas de su diccionario dice que las cruzadas y la arquitectura oriental son los dos factores importantes de la transformación gótica.

En medio de este debate sobre los orígenes del arte gótico, surge la idea en Dieulafoy de iniciar una investigación acerca de la posible influencia oriental, Viollet le anima y le sugiere que centre esta búsqueda en Persia (Dieulafoy 1884a, 5:146).

Gracias a sus investigaciones previas sobre el arte musulmán en España, África del norte y Egipto, Dieulafoy obtiene del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes la misión de estudiar en Persia los monumentos construidos en la época sasánida del tercer al séptimo siglo de nuestra era.

En febrero de 1881, el matrimonio Dieulafoy se embarca rumbo a Irán haciendo escala en Atenas y Constantinopla. Desde el Caucaso hasta el Golfo Pérsico, atravesando Persia, Caldea y Susiana, recorrieron durante 14 meses las mezquitas de Chiraz e Ispahán, las ruinas aqueménidas de Persépolis y de Susa, los palacios sasánidos de Firuzabad y de Sarvistan, Ctesiphon y Bagdad (Diehl 1920).

Este primer viaje a Persia del matrimonio Dieula-

foy supone, dentro de sus investigaciones, una revisión crítica de las teorías basadas en los principios del arte persa, de su cronología y de su historia. A este le seguirá un segundo periodo centrado en las excavaciones de Susa.

El resultado de las investigaciones de la primera expedición fue una extensa publicación sobre el arte persa, que tuvo como antecedentes tres artículos publicados en el año 1883.

El primero es una monografía sobre un mausoleo del siglo XIV en el que encuentra similitudes no sólo con los procedimientos constructivos sino también con los trazados y proporciones de la arquitectura medieval en oriente y occidente (Dieulafoy 1883a). Años después, en 1911, volverá a referirse a esta obra al estudiar el Mausoleo de Halicarnaso (Dieulafoy 1911b).

El segundo está dedicado a la construcción de puentes en Persia (Dieulafoy 1883b) y el tercero establece, a partir de un análisis de los elementos constructivos góticos y persas, la influencia de éstos en la aparición de la arquitectura ojival en Francia en el siglo XII (Dieulafoy 1883).

En «L'art antique de la Perse» (Dieulafoy 1884a), extensa obra de 5 volúmenes, desarrolla la idea de que en la antigua Persia coexistieron dos arquitecturas distintas: una oficial, empleada sobre todo en los palacios reales y fuertemente influenciada por Egipto y Grecia, adintelada, y una arquitectura popular. Esta arquitectura que llegó también a ser oficial, descansa sobre el principio de la bóveda y será la que tendrá una influencia directa e indirecta en la arquitectura de la Edad Media en Occidente (Cagnat 1921).

Tras este primer viaje, Dieulafoy emprende una segunda expedición a Persia con el objeto de profundizar en sus investigaciones e iniciar unas excavaciones en Susa. Dos nuevos miembros se unieron al equipo de investigación: M. Babin, ingeniero, y M. Houssay, naturalista.

Las excavaciones se iniciaron en febrero de 1885. Las piezas encontradas fueron trasladadas a Francia, donde ocuparon tres salas del Louvre, cuyo contenido era único en Europa.

En esta ocasión Marcel Dieulafoy también realizó una magnífica publicación de los trabajos desarrollados: «L'acropole de Suse, d'aprés les fouilles exécutées en 1884, 1885, 1886 sous les auspices du Musée du Louvre» (Dieulafoy 1893). En esta obra examina cuestiones etnográficas, militares y artísticas sobre la decoración y sobre su arquitectura.

Marcel Dieulafoy dedicó su vida al estudio de las relaciones entre el mundo oriental y el occidental y, aunque no realizó nuevas expediciones de este tipo, su labor investigadora y literaria se prolongó a lo largo de toda su vida.

En 1895 fue nombrado miembro de la Académie des Inscriptions et Belles Lettres en la que desarrolló una intensa actividad hasta el final de sus días.

La obra publicada de Dieulafoy

Marcel Dieulafoy escribió numerosos artículos en revistas científicas, técnicas y literarias de la época. Las revistas de arquitectura y construcción del siglo XIX francés fueron un importante medio de difusión del saber y sirvieron de terreno de experimentación de estudios novedosos y anticipos de publicaciones de mayor calado (Saboya 1991).

Sus primeras colaboraciones las realizó en la «Revue Genérale de l'architecture et des travaux publics» (Dieulafoy 1882a y b,1883a, c y d). La «Revue», fundada en 1840 por César Daly se convirtió hasta 1890, fecha de su desaparición, en la más importante publicación especializada en el arte de la construcción en Francia. Jugó un papel fundamental en la difusión de la arquitectura, de la construcción y de un pensamiento teórico nuevo. Los colaboradores de la revista fueron, mayoritariamente, arquitectos e ingenieros. De estos últimos (47) un grupo de 12 provenían de la prestigiosa Ecole des ponts et chaussées; entre ellos se encontraban Dieulafoy y Choisy. Dieulafoy publicó entre 1882 y 1889 once artículos agrupados en dos estudios: el primero sobre el Mausoleo del Sha Khoda-Bendé, del que ya hemos hablado, y el segundo, sobre las artes decorativas en el antiguo oriente.

A esta primera etapa de estudios preliminares corresponde su colaboración en los «Annales des ponts et chaussées» sobre la construcción de puentes en Persia (Dieulafoy 1883b), en la revista la «Philosophie positive» (1883e y f) y en la «Revue Critique d'histoire et de Littérature» (1884b y c).

A partir de 1885 Dieulafoy comienza una serie de artículos en la «Revue archéologique» (Dieulafoy 1885a y b) y la «Gazette archéologique» (Dieulafoy 1888) relacionados con sus expediciones y que serán recogidos en gran parte con la publicación de su segunda gran obra (Dieulafoy 1893).

A raíz de su nombramiento como académico, Dieulafoy publica sus investigaciones en el «Journal des Savants» y en las «Mémoires de l'Académie des inscriptions et belles lettres», vinculadas al Institute de France. Su colaboración en el «Journal des Savants» se inicia en 1904 y consistirá principalmente en reseñas de libros realizados por otros autores, con un común denominador en todas ellas: el estudio del arte oriental en la antigüedad y su influencia en la arquitectura europea. Dieulafoy presentará las publicaciones de prestigiosos autores franceses de la época como Choisy y Perrot, y otros extranjeros, como es el caso del catalán Puig y Cadafalch (Dieulafoy 1904a y b, Dieulafoy 1906, Dieulafoy 1910, Dieulafoy 1911a, Dieulafoy 1912, Dieulafoy 1913a y b, Dieulafoy 1914, Dieulafoy 1919).

Su actividad investigadora en esta etapa, recogida con frecuencia en las memorias de la Academia, se seguirá centrando en la influencia del arte y la cultura oriental en Occidente. Publicó estudios sobre temas bíblicos, una importante memoria sobre la influencia de las fortificaciones de Susa en el Castillo de Gaillard y dos memorias, una sobre el Mausoleo de Halicarnaso, que lo encuentra inspirado en un viejo modelo caldeo, y otra sobre el templo de Bel-Mardouk en Babilonia, en la que realiza un trabajo de reconstitución gráfica a partir de inscripciones cuneiformes y en donde señala las relaciones entre ambos monumentos (Dieulafoy 1898, Dieulafoy 1911b, Dieulafoy 1913c).

El matrimonio Dieulafoy, desde un principio, se sintió atraído por España; de hecho, realizaron hasta un total de veinte visitas. Durante doce años estudió la escultura polícroma en España, su origen oriental y su carácter diferenciador con respecto al resto de Europa, fruto de los siete siglos de contacto entre las escuelas musulmana y cristiana. Esta investigación se recoge en «La statuaire polychrome en Espagne» (Dieulafoy 1904c). La segunda obra general sobre el arte de la Península Ibérica es «Espagne et Portugal», que se edita en varios idiomas y que alcanza una difusión a nivel mundial (Dieulafoy 1913d).

Su relación con Auguste Choisy

En 1863 comenzó sus estudios superiores en la Ecole Polytechnique en la que realizó dos cursos, para ingresar posteriormente en la Ecole de Ponts et Chaussées en 1865.

La Ecole Polytechnique estaba dirigida según estrictos criterios jerárquicos y militares y se dedicaba a la preparación exhaustiva de los alumnos durante dos años en materias científicas. Los candidatos, seleccionados tras un duro proceso de admisión, continuaban su aprendizaje en escuelas de aplicación como la Ecole de Ponts et Chaussées o la Ecole de Mines.

Las enseñanzas de arquitectura estaban dirigidas en la escuela por Léonce Reynaud y su discípulo Jules de la Gournerie regentaba desde 1848 la cátedra de geometría descriptiva, nueva disciplina creada por Monge, que con el paso de los años se convirtió en la asignatura reina en esta institución.

Jules de la Gournerie, en su afán por adecuar el programa de la asignatura y superar la visión puramente teórica de la representación del espacio que tenían sus predecesores, incorporó algunas lecciones de la axonometría ortogonal que años atrás William Farish había enunciado en Inglaterra.

Dieulafoy, por lo tanto, desarrolla sus primeros estudios universitarios en una escuela donde por una parte, el estudio de las materias científicas como las matemáticas y la física son fundamentales y, por otra, el estudio de los sistemas de representación, y en concreto la representación del espacio arquitectónico en sistema axonométrico, comienza a ser una técnica habitual. Esta doble condición científico-gráfica será compartida por los ingenieros franceses de la segunda mitad del siglo XIX.

En la Ecole de Ponts et Chaussées Dieulafoy coincidirá con Auguste Choisy, e iniciarán una relación profesional y personal intensa que durará el resto de sus vidas (Dieulafoy 1910). Prueba de esta relación son las continuas citas y reseñas mutuas que realizarán en sus numerosas publicaciones. Dieulafoy y Choisy compartirán un mismo espíritu científico en sus trabajos, que les llevará a una minuciosidad y un rigor fuera de lo común en sus análisis. Su elevada preparación técnica y sobre todo gráfica les permitirá utilizar sistemas de representación como la axonometría ortogonal, de uso minoritario en aquella época. Sus publicaciones están argumentadas e ilustradas con continuas citas del uno al otro. Resultan reseñables las citas y menciones a Choisy en «L'art antique de la Perse» y a Dieulafoy en «L'Histoire de L'architecture» Dieulafoy utilizará dibujos de Choisy y éste de Dieulafoy para profundizar en sus respectivos análisis y defender sus argumentos. Compartirán

numerosas teorías sobre los procesos constructivos en la historia de la arquitectura. En definitiva, la influencia mutua de sus respectivos trabajos unida a una relación de amistad duradera será fundamental para comprender la carrera científica de estos ingenieros franceses, que consagraron su vida al estudio de la historia de la arquitectura y de los procesos constructivos.

Procedimientos gráficos empleados por Dieulafoy en el análisis constructivo

Con Viollet el análisis de la arquitectura se convierte en una ciencia histórica. Las ciencias naturales proporcionan a los historiadores de la arquitectura del XIX una metodología analítica. Se trata de estudiar los edificios como un organismo vivo, desde una doble vía: la inductiva que trata de encontrar las leyes generales que subyacen en la evolución de la arquitectura y la deductiva que intenta reconstruir el equilibrio del conjunto por la interrelación de las partes como sucede en la naturaleza (Talenti 2000, 163).

Marcel Dieulafoy aplica al arte antiguo de Persia el mismo método que su maestro utiliza en el análisis de la arquitectura francesa de la Edad Media. A diferencia de los objetivos comúnmente buscados por los arqueólogos de la época, Dieulafoy se preocupa no sólo de la recopilación de objetos, sino del estudio de los sistemas constructivos. Dota a sus investigaciones de un extraordinario rigor científico y un alto nivel gráfico debido, sin duda, a su formación de ingeniero.

Dieulafoy utiliza diferentes herramientas gráficas, entre las que cabe destacar cuatro: el dibujo reconstitutivo, el dibujo de construcción «por capas», la fotografía y el análisis de las proporciones.

El dibujo reconstitutivo

A la hora de acometer el estudio científico de los monumentos del pasado, Dieulafoy utiliza un método que, en palabras del profesor Ortega Vidal, podríamos denominar de arqueología gráfica: «en el sentido de sintetizar mediante aportaciones de «proyecto», de salto en el vacío, los fragmentos que recompongan de una o varias formas posibles la unidad perdida» (Ortega 1992). Utiliza diferentes puntos de partida para su trabajo reconstitutivo, unas veces físicos, como restos arqueológicos, y otras veces gráficos y escritos.

Un ejemplo palpable de utilización de una fuente física lo encontramos en el dibujo de la restitución del armazón de la cubierta del Palacio de Ciro (fig. 1). Dieulafoy «proyecta» la estructura de madera a partir de las entalladuras que muestra un pilar de piedra del Palacio (fig. 2):

> Se reconoce en el rectángulo ABCD el asiento preparado para recibir el dintel inferior del arquitrabe, en el rectángulo GEADFH el encastramiento de un segundo nivel de vigas, encima del cual reposaban las viguetas, formando con su voladizo exterior, la cornisa denticulada y en la entalladura GLKI la penetración de las maderas situadas en la parte superior de las construcciones cubiertas por

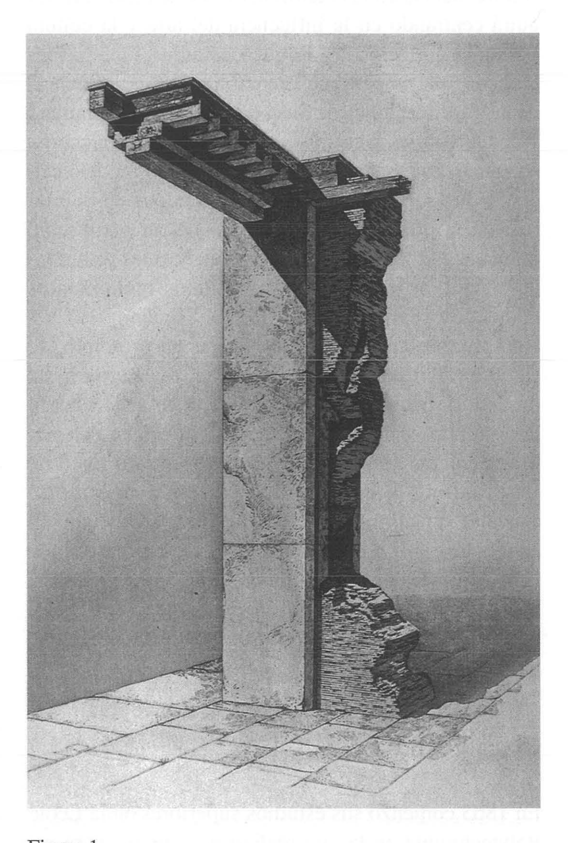


Figura 1
Restitución del armazón de la cubierta del Palacio de Ciro (Dieulafoy 1884a, 1: PL16)

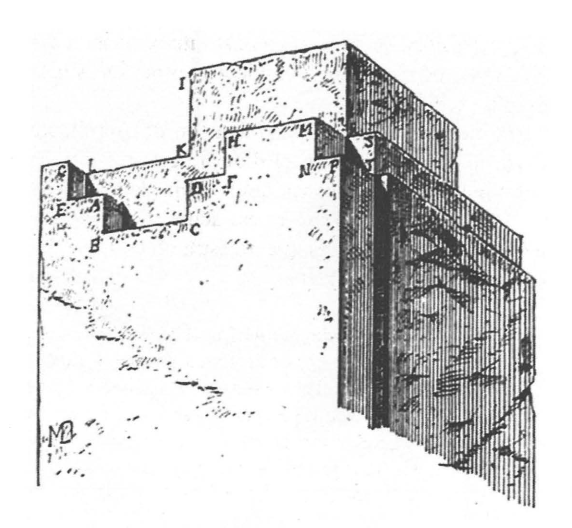


Figura 2
Extremidad superior de pilar del Palacio de Ciro (Dieulafoy 1884a, 1: 33)

un techo horizontal. Estas maderas tenían como función sostener la capa de adobe que componía la terraza, que en todo Oriente se utilizaba para proteger las tablas contra la humedad del invierno y a los habitantes de la casa contra el excesivo calor del verano. En cuanto a la última entalladura MNRST, recibía la última vigueta que completaba, rodeando las fachadas laterales del porche, un recuadro dibujado verticalmente por el voladizo del pilar sobre los muros de ladrillo (Dieulafoy 1884a, 1:33)

En el estudio aritmético y arquitectónico que realiza del Templo de Bêl-Marduk en Babilonia (Dieulafoy 1913c) combina los datos aportados por la expedición arqueológica de M. Koldewey con la información que aporta la traducción realizada por el Padre Scheil de una tablilla cuneiforme que muestra las dimensiones del templo y de su torre escalonada. Dieulafoy restituye la planta y el alzado a partir de los datos deducidos de la tablilla que tras un elaborado análisis algebraico y geométrico combina con las dimensiones dadas por Herodoto y las excavaciones ejecutadas en el lugar por Koldewey (fig. 3).

Este método de reconstrucción gráfica de los sistemas constructivos que Dieulafoy utiliza profusamente no es exclusivo en su obra. Encontramos también numerosos ejemplos en la obra de Choisy como en el caso de la restitución de las cimentaciones de hormigón apisonado (fig. 4) descritas en «El arte de construir en Roma»:

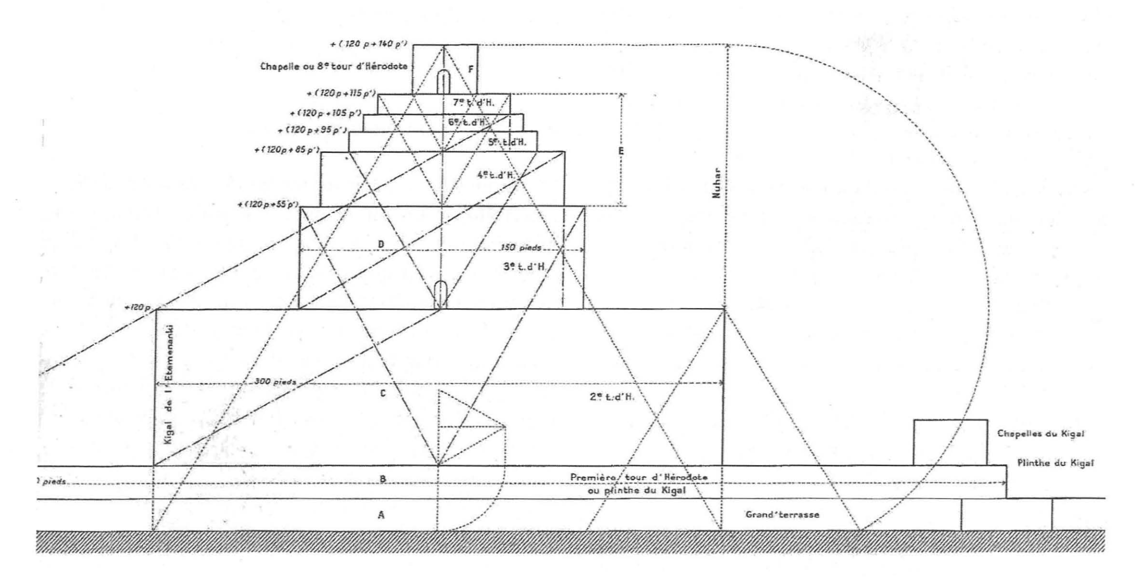


Figura 3
Reconstitución esquemática en alzado del Esagil o Templo de Bêl-Mardouk (Dieulafoy 1913c)

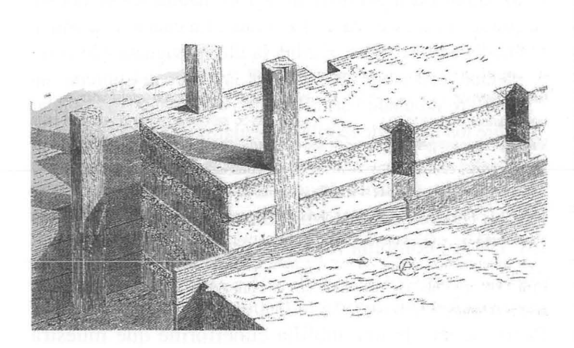


Figura 4
Zanja de cimentación de hormigón apisonado. Jardines de la Farnesina. (Choisy [1873] 1999, 13)

Las huellas de los pies derechos y las tablas que formaban la entibación han quedado impresas en el hormigón con tal claridad que es posible restituir punto por punto y sin error el entibado original, que aparece dibujado en la parte inferior de la figura (Choisy [1873] 1999, 14)

El dibujo de construcción «por capas»

Otro de los procedimientos gráficos utilizados por Dieulafoy es aquel que se caracteriza por el intento de plasmar todo un sistema constructivo en un solo dibujo seccionado por capas, que muestran los diferentes materiales de la construcción en un orden topológico. Este método lo utiliza tanto en perspectiva (fig. 5) como en planta y alzado (fig. 6).

Al describir una cúpula como la del Mausoleo del Sha Khoda-Bendé de grandes dimensiones y construcción de doble casco de ladrillo, incorpora un dibujo en planta y alzado. La planta, dividida por su plano meridiano, muestra dos niveles distintos de la construcción, y el alzado seccionado muestra «la restitución de todas las fases de la construcción» (Dieulafoy 1883a, 197).

Los dibujos de sección topológica tienen su precedente inmediato en los realizados para ilustrar el Vitrubio (Perrault [1684]1996, 33) y en Rusconi (fig. 7).

Estas representaciones pudieran tener su origen, como apunta el profesor Girón Sierra, en las representaciones de la anatomía seccionada del Renacimiento (fig. 8).

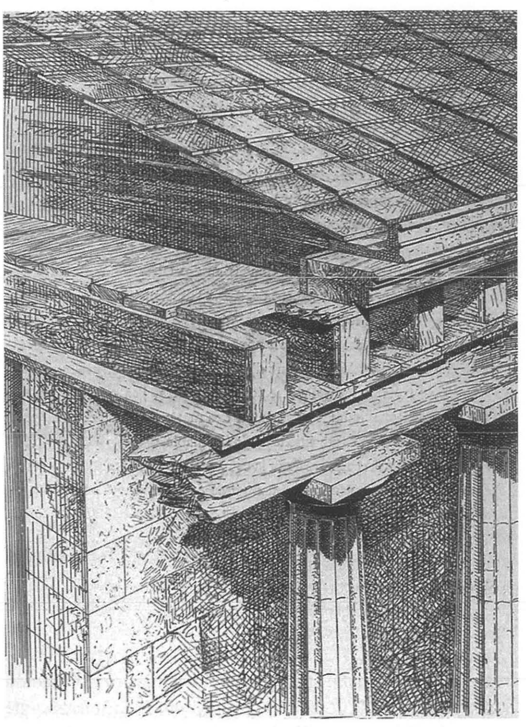


Figura 5
Restitución de la cubierta primitiva de los templos dóricos (Dieulafoy 1884a, 2: 65)

El uso de la fotografía

La fotografía, a partir de mediados del siglo XIX, se convierte en un nuevo instrumento de trabajo para historiadores, arquitectos y arqueólogos. Entendida como un medio de reproducción preciso y objetivo, es utilizada también como método de comparación.

En el campo específico de la arquitectura tiene una aplicación complementaria al dibujo. Las vistas exteriores y de conjunto son reproducidas por medio de la fotografía, dejando para el dibujo la representación de plantas, alzados, secciones y detalles constructivos. Marcel Dieulafoy combina el uso de la fotografía y el dibujo en sus textos más importantes.

Utiliza esta nueva técnica con tres objetivos distintos: por una parte, como método de representación puramente descriptiva; por otra, como método de comparación para apuntalar los razonamientos de sus

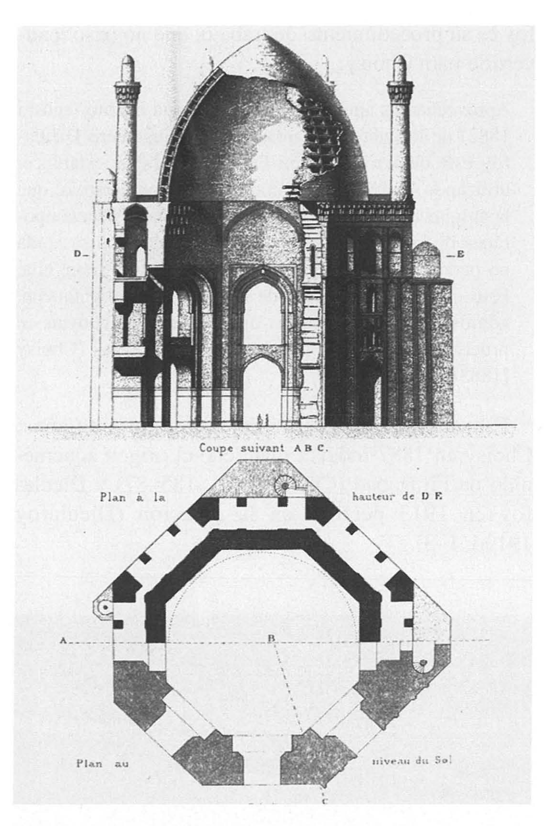


Figura 6
Planta y alzado del Mausoleo para el Sha Khoda-Bendé. (Dieulafoy 1883a, Pl 23)

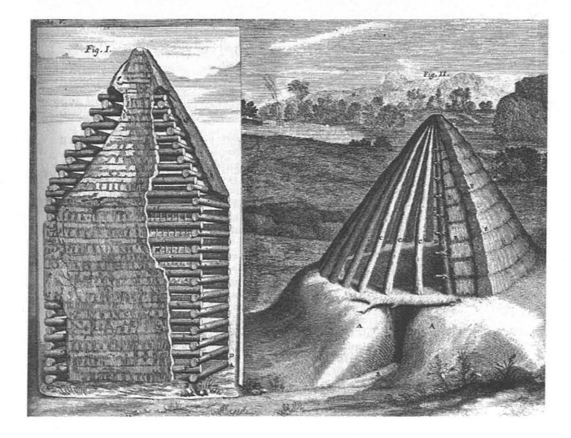


Figura 7
Descripción de la manera simple que tenían los antiguos para construir sus casas (Perrault [1684] 1996, Pl. V)

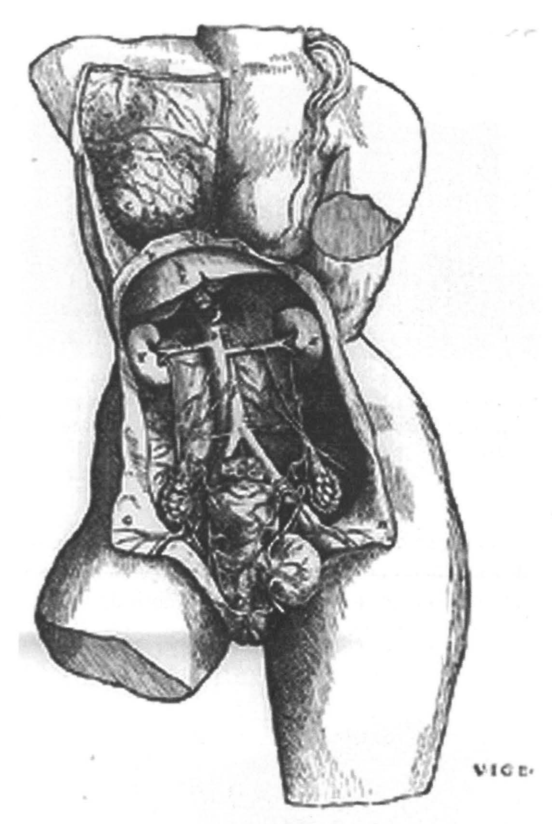


Figura 8
Dibujo de disección anatómica. Ilustración de Stephan van Calcar (Vesalio 1543)

tésis; y, por último, como base para la elaboración posterior de dibujos.

Un ejemplo palpable de reproducción objetiva utilizada para mostrar el estado actual de una ruina lo encontramos en la fotografía de la fachada del Palacio de Ctesiphon (fig. 9).

Dieulafoy no se limita a esta visión puramente descriptiva de la fotografía. En la argumentación sobre el origen aqueménido del Palacio de Firuzabad, compara la decoración de la portada del Palacio de Darío en Persépolis, de época aqueménida (fig. 10), con las de las puertas del Palacio de Firuzabad (fig. 11). Este paralelismo evidente le lleva a atribuir, sin ningún género de dudas, el origen de este último a los siglos V o VI a.C., y como consecuencia de ello, a establecer en Persia el origen de los procedimientos



Figura 9
Palacio de Ctesiphon, fachada norte (Dieulafoy 1884a, 5: Pl. III)

de construcción abovedada del mundo bizantino. Se ha demostrado posteriormente el error en la datación del Palacio, pero lo que resulta novedoso de Dieulafoy es su procedimiento de trabajo, que no pasó inadvertido para Choisy:

> Aprovechamos aquí un resultado todavía inédito (agosto 1882) de la interesante misión que el ingeniero Dieulafoy está desarrollando en Persia. Dieulafoy establece, utilizando la fotografía como método comparativo, que la arquitectura de Servistan y de Firuzabad es contemporánea de la de Persepolis y que la civilización sasanida no pudo por tanto ejercer ninguna influencia sobre ella. Esto difiere grandemente de la cronología oficialmente admitida, pero las nuevas atribuciones se apoyan en pruebas que creemos absolutamente decisivas (Choisy [1883] 1997, 191).

Esta teoría errónea fue defendida durante años; Choisy en 1887 todavía mantiene el origen aqueménido de Firuzabad (Choisy 1887, 185–87) y Dieulafoy en 1913 persiste en la datación (Dieulafoy 1913d, 1–3).

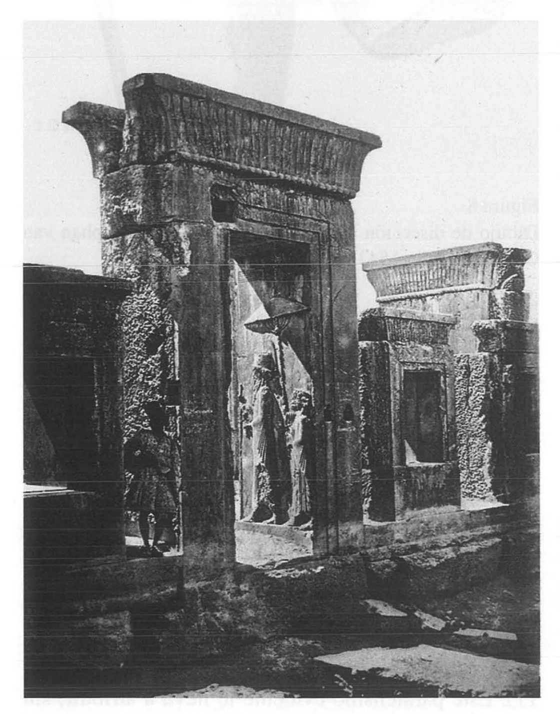


Figura 10
Portada el Palacio de Darío en Persépolis. (Dieulafoy 1884a, 2: Pl. XVI)

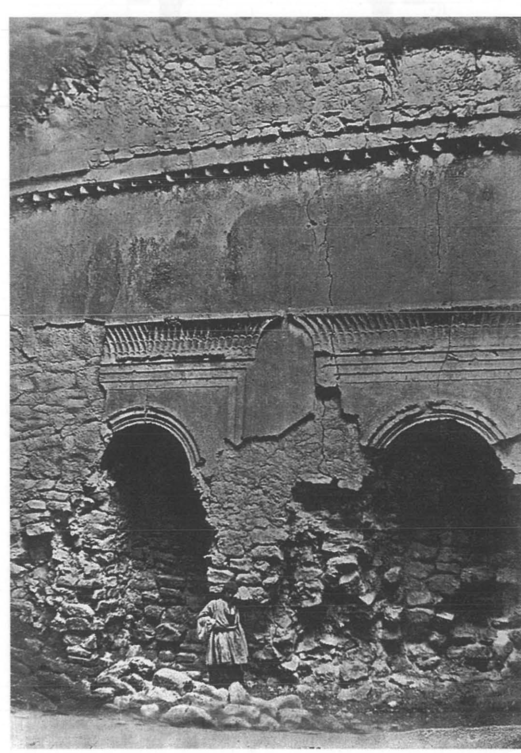


Figura 11
Decoración de las puertas del Palacio de Firuzabad. (Dieulafoy 1884a, 4: Pl. XV)

En «L'art antique de la Perse» encontramos numerosos ejemplos de dibujos elaborados a partir de fotografías. En estos casos el dibujo no se limita a copiar su fuente. Existe una elaboración orientada a apoyar la argumentación escrita. En el caso de la restitución de la cubierta de Palacio de Ciro, Dieulafoy extracta de la fotografía (fig. 12) los elementos esenciales a partir de los cuales argumenta su restitución (fig. 2).

Es importante destacar la colaboración de Madame Dieulafoy, compañera y colaboradora inseparable, en las expediciones y viajes de su marido. Su actividad se centró en la medición de las ruinas, dirección de los trabajos de excavación y, muy especialmente, en la toma de fotografías (Choisy 1887, 8). Todas las fotografías publicadas en «L'art antique de la Perse» y en «L'Acropole de Suse» (Dieulafoy 1884a y 1893) fueron realizadas por Jane Dieulafoy. En su amplia actividad literaria destacan los relatos de las expediciones que publicó en revistas de la época («Le tour du monde» y «Harper's Magazine») y recogió en dos extensas publicaciones (Jane Dieulafoy 1887 y 1888) ilustradas profusamente con grabados realizados a partir de sus fotografías.

El análisis de las proporciones en los dibujos de Dieulafoy

Viollet dedica 30 páginas en su artículo «roportion»(Viollet 1868, VII: 532–561) y 64 en su noveno

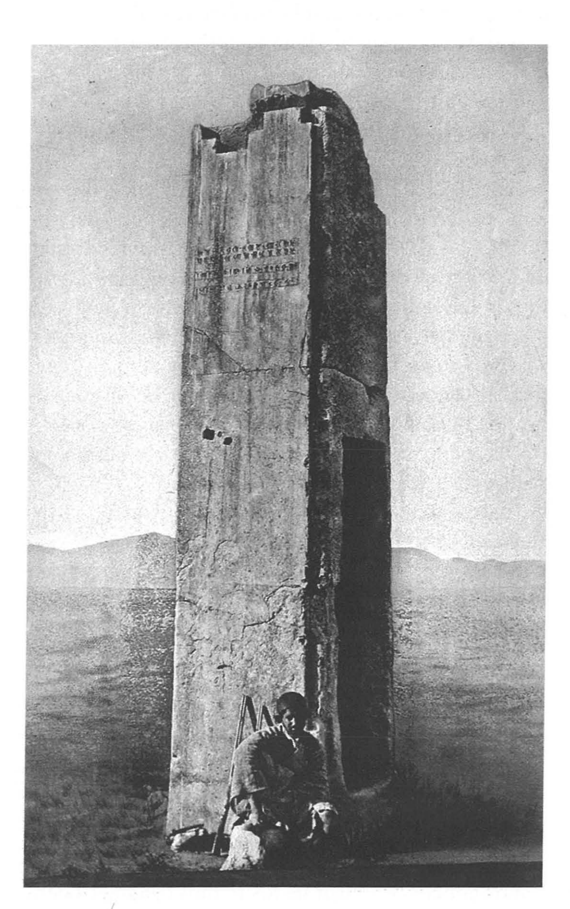


Figura 12
Pilar del Palacio de Ciro (Dieulafoy 1884a, 1: Pl. XIII)

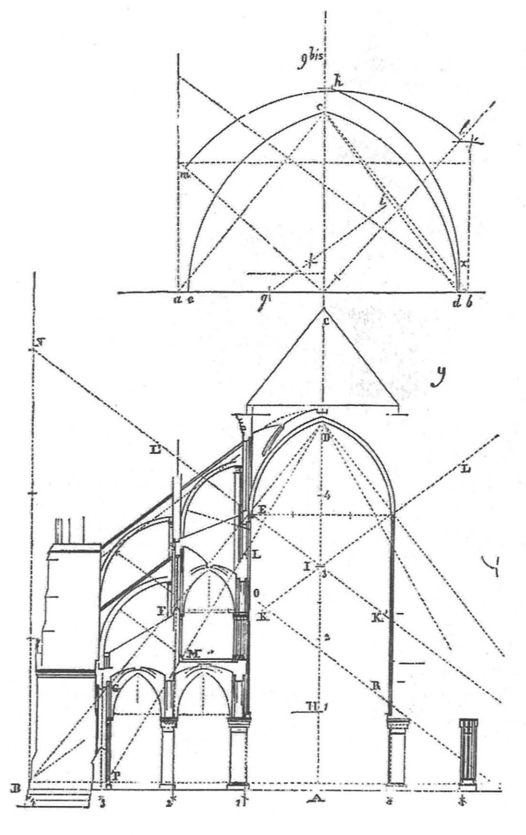


Figura 13
Trazados reguladores en sección. Notre-Dame de Paris (Viollet 1863, I :fig 9 y 9bis)

«entretien» (Viollet 1863, I: 385–48) a desarrollar su teoría sobre los trazados reguladores en la arquitectura. Para Viollet existe un sistema armónico de proporciones, basado fundamentalmente en el triángulo egipcio, que subyace en el análisis en «sección» de la arquitectura medieval francesa (fig. 13). Es evidente que Dieulafoy conocía estos estudios, que probablemente le sirvieron de base para establecer su propia teoría de proporciones de la arquitectura persa. Utilizando un procedimiento semejante, analiza, también en sección, los trazados reguladores basados en la utilización del triángulo equilátero, que generan e indican la correlación entre las diferentes dimensiones del edificio (fig. 14).

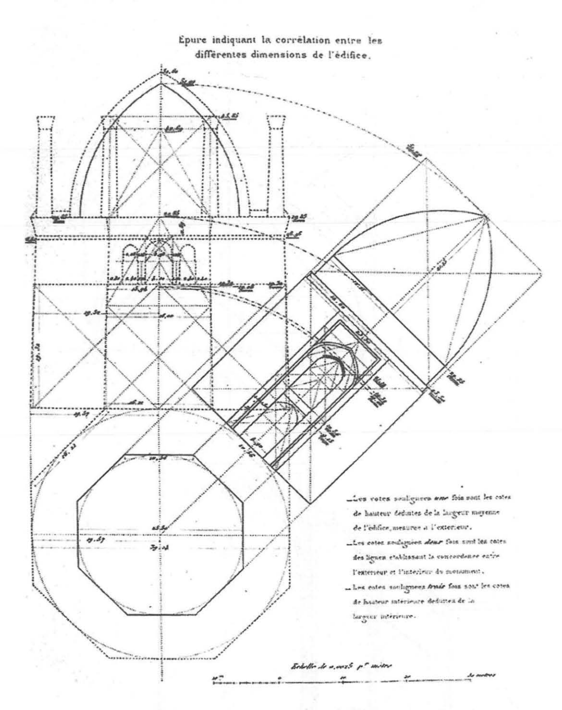


Figura 14
Dibujo en sección de trazados reguladores. Mausoleo del Sha Khoda-Bendé (Dieulafoy 1883a, Pl. 24)

Pero Dieulafoy va más allá y, en su hipótesis de reconstrucción del Templo de Bêl- Marduk en Babilonia y del Mausoleo de Halicarnaso, los trazados reguladores se convierten en el argumento que liga el proceso reconstitutivo. Utiliza complicados procedimientos aritméticos y geométricos para llegar a la conclusión de que están trazados sobre la composición de triángulos equiláteros que se escalonan desde la base hasta la cúspide definiendo en cada peldaño todas las dimensiones de los monumentos (fig. 3).

La tesis de Dieulafoy

Para Dieulafoy, el origen de la transformación arquitectónica suscitada en Francia en el siglo XII se debe, en gran parte, a la influencia que ejerce la arquitectura persa. Esta acción se materializa de forma indirecta por la influencia bizantina en la evolución del románico al gótico y de forma directa por el contacto de los cruzados con la arquitectura persa.

A través del estudio de la arquitectura persa, llega a la conclusión de que todos los procedimientos de construcción y los sistemas de empujes que diferencian al gótico del románico son comunes a la arquitectura abovedada de la Persia antigua.

En el Palacio de Sarvistan, Dieulafoy encuentra un esquema constructivo que podría ser germen del gótico. Dos salas rectangulares cubiertas por bóvedas de medio cañón se apoyan en muros divididos en tramos por contrafuertes que descansan en conjuntos de dos columnas achatadas (figs. 15 y 16). Entre tramos se abren unos vanos cubiertos por semicúpulas que distribuyen los empujes generados por la bóveda sobre los pilares. De esta manera se consigue concentrar las acciones continuas de una bóveda corrida en puntos aislados como los contrafuertes.

El siguiente paso en la argumentación de la influencia persa lo vemos en el Palacio de Tag Eivan, compuesto por una larga galería abovedada rematada en el centro por una cúpula y dividida en tramos por arcos perpiaños, que separan tramos con cañón longitudinal y tramos con cañón transversal. En los muros laterales las ventanas aparecen abiertas sobre vanos practicados bajo verdaderos arcos formeros (fig. 17). La separación de los arcos fajones y formeros, por una parte, y las bóvedas, por la otra, es para Dieulafoy tan completa como en las iglesias góticas. Las ventanas, situadas entre los contrafuertes y los arcos formeros, ocupan la misma disposición que los vanos góticos. En lugar de los tramos cuadrados derivados de la bóveda de arista románica encontramos tramos rectangulares como en el gótico.

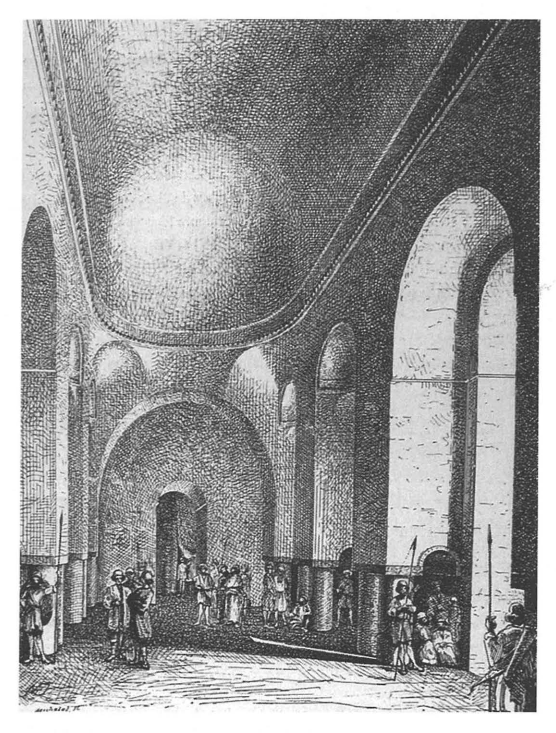


Figura 15
Restitución de la galería abovedada del Palacio de Sarvistan (Dieulafoy 1884a, 4: fig. 21)

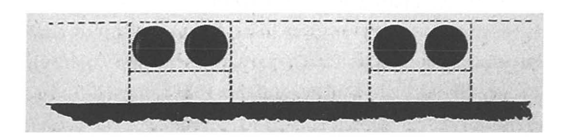


Figura 16
Palacio de Sarvistan. Detalle en planta de los pilares de la galería abovedada (Dieulafoy 1884a, 4: fig 20)

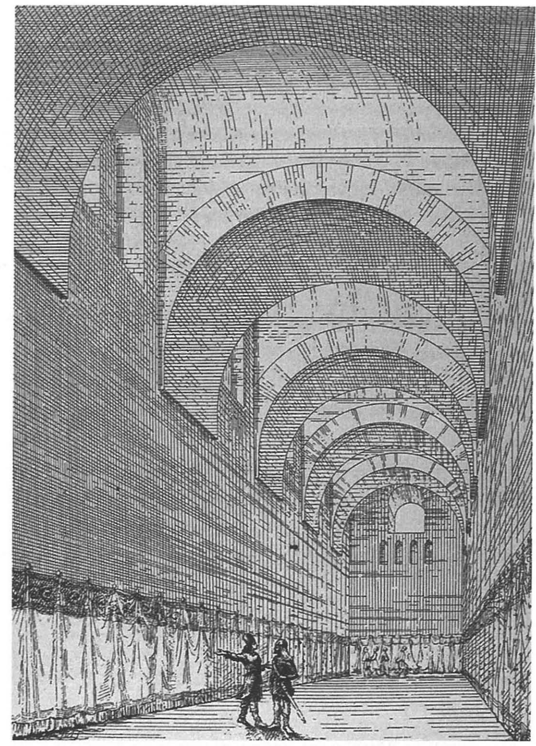


Figura 17
Vista en Perspectiva de la galería abovedada del Palacio de Tag Eivan. Dibujo firmado por Dieulafoy (Dieulafoy 1884a, 5: fig. 61)

Estas disposiciones no aparecen en Francia hasta después de 1150, si se exceptúa la iglesia de Saint Philibert de Tournus, (fig 18) que adopta, a principios del siglo XI, los mismos principios constructivos: arcos perpiaños, arcos formeros, bóvedas transversales, descomposición de los empujes hasta las partes más resistentes del muro o hasta las columnas. Todo ello parece tomado de la Persia antigua, Dieulafoy llegará a decir con cierto humor: «nos hace pensar que un arquitecto de Bagdad se estableció en Tournus» (Dieulafoy 1884a, 5: 164). Sin embargo lo analiza como un caso aislado; para él, Tournus no tuvo influencia directa en la arquitectura posterior.

> Es a partir del siglo XII cuando a las estrechas naves, mal iluminadas, con pesadas columnas le suceden las vastas naves, espaciosas, de una elegancia y ligereza supremas y cuyas elevadas bóvedas parecen apoyadas sobre las vidrieras; a las fábricas masivas e inorgánicas le sucede un esqueleto articulado que sirve de apoyo a rellenos casi aéreos. No se trata de la introducción de decoraciones o formas extranjeras, la renovación se produce sobre el principio mismo de la construcción (Dieulafoy 1884a, 5: 166).

Dieulafoy analiza la arquitectura gótica y acude a Viollet para apoyar sus aseveraciones. Para él, desde

un punto de vista constructivo, es imposible deducir la bóveda gótica de la bóveda románica y afirma: «todos los procedimientos de construcción, todas las combinaciones estáticas que diferencian la nave gótica de la nave románica son las características sobresalientes y primitivas de la arquitectura abovedada de la Persia antigua» (Dieulafoy 1884a, 5: 171).

El último ejemplo de relación entre la arquitectura persa y la arquitectura gótica lo establece con el análisis de la tumba del Sha Khoda Bendé. En este Mausoleo del siglo XIV, concurren los principios constructivos iraníes y góticos. El edificio (fig. 7) está rematado por una colosal cúpula de doble casco de

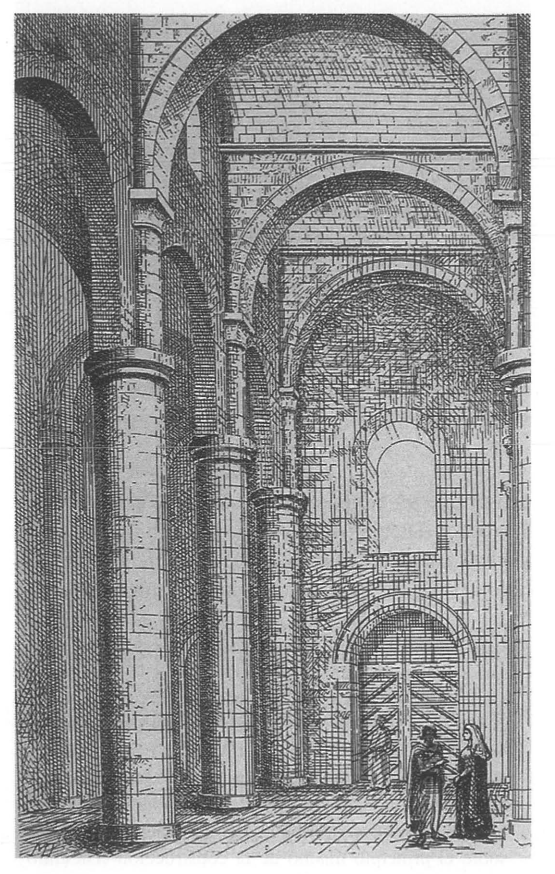


Figura 18
Vista en Perspectiva de la nave de la iglesia de Saint-Philibert de Tournus. Dibujo firmado por Dieulafoy (Dieulafoy 1884a, 5: fig. 117)

albañilería de 16 metros de diámetro y 50 de altura, «que se mantiene en equilibrio por el efecto de los contrafuertes y arbotantes rematados por pináculos, en los cuales la disposición hace honor a los maestros de obras de Notre Dame» (Dieulafoy 1884a, 5: 173).

Dieulafoy resume su tesis en las últimas páginas de «L'art antique de la Perse»:

> ¿Cuál es la conclusión de estas premisas?
> Si la arquitectura románica es debida a la acción compleja e indirecta de las artes bizantinas, la arquitectura gótica es una evolución de la arquitectura románica provocada por el contacto directo e inmediato de Europa con Asia, y por la sustitución de la influencia bizantina por la persa (Dieulafoy 1884a, 5: 174).

Posiblemente Dieulafoy habría disfrutado compartiendo «sus hallazgos» con su maestro Viollet; de hecho las alusiones a su figura son constantes en todos sus textos y especialmente en el último capítulo de «L'art antique de la Perse». Algunas de sus afirmaciones e incluso conclusiones, como en el caso de Viollet, han sido debatidas o rebatidas con el tiempo. Sin embargo es importante destacar en Marcel Dieulafoy no sólo su rigor científico, sino también su aportación imaginativa y de proyecto a la hora de establecer la evolución de los procesos constructivos. Para esto fue fundamental la utilización del dibujo como herramienta de análisis y como motor del proyecto de reconstitución del pasado.

Si Viollet transformó la historia de la arquitectura en una ciencia, Dieulafoy aplicó su mismo método en un periodo y un lugar concreto: la Persia antigua.

Notas

1. Esta comunicación forma parte de una investigación más amplia del Seminario que sobre Historia del Dibujo dirige D. Javier Girón Sierra en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

Lista de referencias

Cagnat, René. 1921. *Notice sur la vie et les travaux de M. Marcel Dieulafoy*. Paris: Institut de France, Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

Choisy, Auguste. 1873. *L'Art de Bâtir chez les Romains*, Paris.

Choisy, Auguste. 1883. *L'Art de Bâtir chez les Byzantines*, Paris.

Choisy, Auguste. 1887. Les fouilles de Suse et l'art antique de la Perse. *Gazette archéologique,* 12 : 8–18, 182–197.

Choisy, Auguste. 1899. *Histoire de l'Architecture*. Paris.

Choisy, Auguste. [1873] 1999. *El arte de construir en Roma*, editado por S. Huerta y J. Girón. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Choisy, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*, Editado por S. Huerta y J. Girón. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Diehl, Charles. 1920. Discours prononcé aux funérailles de Marcel Dieulafoy. Paris: Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

Dieulafoy, Jane. La Perse, la Chaldée et la Susiane. *Le tour du monde.*

Dieulafoy, Jane. 1887a. *La Perse, la Chaldée et la Susiane, relation de voyage*. Paris : Hachette.

Dieulafoy, Jane. 1887b. The excavations at Susa. *Harper's Magazine*, june 1887.

Dieulafoy, Jane. 1888. *A Suse, journal des fouilles 1884–1885*. Paris : Hachette

Dieulafoy, M. 1882a. Les pyramides de Gizeh, Saqqarah, Dachour, etc.. *Revue Generale de l'architecture et des travaux publics*, 39: 193–198.

Dieulafoy, M. 1882b. Une mission archéologique en Perse. *Revue Generale de l'architecture et des travaux publics*, 39: 187.

Dieulafoy, M. 1883a. Mausolée de Chah Khoda-Bendè. *Revue Generale de l'architecture et des travaux publics*, 40: 193–197, pl. 23–26.

Dieulafoy, M. 1883b. Notice sur la constructions des ponts en Perse. *Annales des ponts et chaussées*, 38 : 23–48, pl. 18–21.

Dieulafoy, M. 1883c. L'apádaná de Suse. *Revue Generale de l'architecture et des travaux publics.*

Dieulafoy, M. 1883d. Études épigraphiques sur l'architecture grecque par M. Auguste Choisy. *Revue Generale de l'architecture et des travaux publics*, 41 : 254–256, 302–305.

Dieulafoy, M. 1883[e]. L'Islamisme et la science. *Philosophie positive.*

Dieulafoy, M. 1883f. La Perse ouverte. *Philosophie positive.*

Dieulafoy, M. 1884a. *L'art antique de la Perse, Achéménides, Parthes, Sassanides.* Paris: Librarie centrale d'architecture.

Dieulafoy, M. 1884b. Les dérivés plastiques d'isdoubar en Perse et en Gréce. *Revue Critique d'histoire et de Littérature*, 112–115

Dieulafoy, M. 1884c. L'art antique de la Perse. *Revue Critique d'histoire et de Littérature*, 22.

Dieulafoy, M. 1885a. Note relative à la découverte, sur le tombeau de Darius, de sept inscriptions nouvelles. *Revue archéologique*, julliet-decembre, 224–227, pl. 24.

Dieulafoy, M. 1885b. Fouilles de Suse, Campagne 1884–85. *Revue archéologique*, julliet-decembre, 48–69, pl. 19–21.

Dieulafoy, M. 1887. [Arquitectura ojival en Francia en el siglo XII]. *Bulletin de la Société Centrale des Architectes.*

Dieulafoy, M. 1888. Coudées-étalons perses et chaldéennes. *Gazette archéologique.*

Dieulafoy, M. 1893. *L'acropole de Suse, d'aprés les fouilles exécutées en 1884, 1885, 1886 sous les auspices du Musée du Louvre*. Paris: Hachette.

Dieulafoy, M. 1898. *Le Chateau-Gaillard et l'architecture militaire au XIIIe siècle.*

Dieulafoy, M. 1904a. La sculpture polychrome. *Journal des Savants*, 328–337.

Dieulafoy, M. 1904b. L'art de bâtir chez les Égyptiens par Auguste Choisy. *Journal des Savants*, 303–306.

Dieulafoy, M. 1904c. *La statuaire polychrome en Espagne.*

Dieulafoy, M. 1906. Le Legs Franks (trésor de l'oxus). *Journal des Savants*, 302–310, 374–380.

Dieulafoy, M. 1910. Vitruve. *Journal des Savants*, août: 338–345, 390–397.

Dieulafoy, M. 1911a. Les mille et une églises. *Journal des Savants*, juin: 241–247.

Dieulafoy, M. 1911b. *Le Mausolée d'Halicarnasse et le trophée d'Auguste.* Paris: Memoires de l'Academie des Inscriptions et Belles Lettres.

Dieulafoy, M. 1912. Les arts en Perse. *Journal des Savants*, septembre : 385–391, 444–452.

Dieulafoy, M. 1913a. Congres de l'histoire de l'art à Rome. *Journal des Savants.*

Dieulafoy, M. 1913b. L'architecture Catalane. *Journal des Savants*, 193, 260.

Dieulafoy, M. 1913c. *Essagil, ou le Temple de Bêl-Marduk à Babylone. Étude documentaire par le P. Scheil, Étude arithmétique et architectonique par Marcel Dieulafoy.* Paris: Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

Dieulafoy, M. 1913d. *Espagne et Portugal.* Paris: Librairie Hachette et cie.

Dieulafoy, M. 1914. Le palais de Ukhaidir. *Journal des Savants*, 384.

Dieulafoy, M. 1919. L'architecture romane en Catalogne. *Journal des Savants*, 113–128, 225–236.

De Vogüé y Duthoit. 1865. *Syrie centrale; architecture civile et religieuse du 1er au VIIe siècle.* Paris.

García García, Rafael. 1996. Introducción. En *La construcción medieval, E. Viollet-le-Duc,* editado por E. Rabasa y S. Huerta. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Ortega, J. 1992. Dibujo y pasado: proyectos sobre el espacio perdido. *IV Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica.* Valladolid.

Perrault, C. 1684. *Les dix livres d'architecture de Vitruve, corrigés et traduits en 1684 par Claude Perrault.* Paris.

Perrault, C. [1684]1996. *Les dix livres d'architecture de Vitruve, corrigés et traduits en 1684 par Claude Perrault.* Liège : Pierre Mardaga.

Saboya, Marc. 1991. *Presse et architecture au XIXe siècle.* Paris: Picard.

Talenti, Simona. 2000. *L'Histoire de l'Architecture en France. Émergence d'une discipline (1863–1914).* Paris: Picard.

Vesalio, A. 1543. *De Humani Corporis Fabrica.*

Viollet-le-Duc, E. 1863. *Entretiens sur l'architecture.* Paris.

Viollet-le-Duc, E. 1868. *Diccionnaire raisonnée de l'architecture française du XI*[e] *au XVI*[e] *siècle.* Paris: A. Morel, vol. IX.

Las constituciones conciliares y sinodales de Andalucía como fuentes para la historia de la construcción

Pablo J. Pomar Rodil
Álvaro Recio Mir

> Desde los principios de nuestra religión cathólica fue constumbre edificar templos a Dios Nuestro Señor, porque demás de que con innumerables milagros manifestó su Divina Majestad lo mucho que dello se agradava, es también lo magnífico y sumptuoso de los edificios, motivo de piedad y devoción a los fieles. Y es tan favorable a la religión la causa de las Iglesias, que para edificarlas o ampliarlas puede cualquiera ser compelido a vender sus casas (Santo Tomás 1674, 418).

Son pocos y deshilvanados los documentos medievales conservados referentes a la regulación de la actividad constructiva de las diócesis andaluzas. Sin embargo, comenzamos a encontrar discretas referencias al respecto en los cánones de los concilios provinciales y sínodos diocesanos que empezaron a generalizarse durante el reinado de los Reyes Católicos, a finales del siglo XV. La sensibilidad de una necesaria reforma católica, que en España se llevó a cabo de forma pionera, haría que el número de estas asambleas eclesiásticas creciera durante todo el siglo XVI. De igual manera en sus constituciones aumentó la regulación de la actividad constructiva y, en ocasiones, del diseño arquitectónico.

Concilios, sínodos y constituciones

Un sínodo es la reunión del clero de una diócesis, convocada y presidida por su obispo, que atiende a asuntos locales y que legisla para todo el territorio diocesano.[1] Esta antiquísima tradición asamblearia de la Iglesia se remonta al Concilio de Auxerre de 511, cuando se prescribió la celebración de los sínodos diocesanos, lo que fue seguido en España años más tarde en el Concilio de Huesca de 598 y en los toledanos de 633 y 696. De éste último pasó al Decreto de Graciano, con el que se convirtió en legislación universal de la Iglesia desde mediados del siglo XII. Posteriormente, en 1215, el canon VI del Concilio de Letrán IV mandó que la frecuencia de estos sínodos fuese anual, lo que en España sería acrecentado por el legado pontificio Jean Halgrin d'Abbeville en el concilio legatino de Valladolid de 1228, que establecía que cada obispo debería celebrar el sínodo dos veces al año. Tras esto fueron las sesiones XV del Concilio de Basilea (1433) y la XXIV del de Trento (1563) las que se encargaron de reiterar su obligatoriedad anual (Cantelar 2003, 87–90). Sin embargo, la realidad distó ampliamente de lo legislado. En ninguna diócesis de la cristiandad se dieron sínodos anuales ininterrumpidamente desde Letrán hasta 1917 —cuando Benedicto XV promulgó el *Codex Iuris Canonici*, que relajaba su obligatoriedad a sólo cada diez años (canon 356§1)— y, de hecho, en las andaluzas que nos ocupan sólo tuvo lugar durante un corto periodo en las diócesis de Córdoba y Sevilla por el empeño del celoso obispo contrareformista y padre conciliar en Trento, Cristóbal de Rojas y Sandoval, que fue consecutivamente obispo de ambas diócesis.[2]

Aun así, Felipe II, que había seguido con el máximo interés todo el desarrollo del concilio, fue persua-

dido por algunos obispos —especialmente por el referido Rojas y Sandoval— de que la reforma tridentina sólo se abriría paso con el apoyo del cada vez más complejo aparato jurídico de la Monarquía Católica, de manera que incorporó —tras un pormenorizado análisis— las reformas eclesiásticas establecidas en Trento a su programa político (García 1998, 435, n. 22). De esta forma, por real cédula de 12 de julio de 1564, los cánones de Trento pasaron a formar parte de la legislación española y el 18 de abril de 1565 el monarca se dirigió a los prelados exhortándoles a que convocasen sínodos para su aplicación en las respectivas diócesis (Santos 1969, 7–8.).

Así, si bien la convocatoria anual de sínodos nunca se llevó a cabo, la disposición real propició en las diócesis de Andalucía —como en las del resto de España— la celebración de un reducido número de ellos.[3] Aunque no aparezca reglado en parte alguna, ni fuese la verdadera finalidad de los sínodos, era habitual que estas asambleas eclesiásticas promulgasen decretos o constituciones, cuyos cánones fijaban un marco legal diocesano en el que la jurisdicción ordinaria del obispo quedaba fuertemente reforzada y que, en la mayor parte de los casos, traspasó la caída del Antiguo Régimen.[4] Hay que señalar el carácter heterogéneo de estas constituciones sinodales, donde aparecen recogidos multitud de aspectos relativos a la Fe, los sacramentos, la moral, las costumbres, los sacerdotes, los diezmos o la justicia eclesiástica. De hecho, las sinodales son una fuente lo suficientemente rica como para hacer de ellas un análisis más extenso del que en adelante vamos a realizar. No obstante, debido a las limitaciones lógicas de esta ocasión, nos centraremos sólo en la regulación constructiva durante la Edad Moderna de catedrales, parroquias, capillas y ermitas contenida en las constituciones de las ocho diócesis históricas de Andalucía y en la abadía *nullius* de Alcalá la Real (Jaén).[5]

Hay que advertir, antes de entrar a estudiar estas fuentes, del variable interés de su contenido. Además, no hay que esperar de ninguna de las constituciones de las diócesis de Andalucía una regulación constructiva y arquitectónica de la entidad de las célebres *Instructiones* milanesas —las cuales en España sólo se pueden comparar con las *Advertencias* valencianas del arzobispo Aliaga, por otra parte, remedo de las de Borromeo—. No obstante su análisis de conjunto nos ofrece una aproximación al fenómeno constructivo de ámbito religioso andaluz suficientemente rica en matices como para extraer conclusiones al respecto.[6]

La licencia de obras, los controles de calidad y el fraude

El control de cuanto se construía, ya fuese edificio de nueva planta, reparo o reforma de una fábrica preexistente, es una de las preocupaciones más intensamente presentes en todas las constituciones sinodales.[7] Ello es tan evidente que justifica que empecemos por este asunto nuestro análisis de las sinodales, las cuales lo que buscaban en este sentido era el control del fraude, como se señala explícitamente en el concilio provincial sevillano de Diego de Deza de 1512:

> en las obras que se hacen en las iglesias se cometen fraudes en daño y perjuicio de sus fábricas, conviene que los obispos velen sobre ello. Por lo tanto, con aprovación del sagrado concilio, establecemos que en adelante no se empiece ninguna obra en las iglesias de esta diócesis y provincia sin nuestra licencia especial (Tejada 1849–1859, vol. 5, 102).

En efecto, el control del fraude y la optimización de los recursos estuvieron muy presentes en la redacción de las constituciones de los distintos sínodos diocesanos. Así, a menudo se insistirá en que

> no se dé ninguna obra a tasación, por los fraudes y engaños que en esto suele haber, tasándose unos oficiales a otros a precios muy excesivos, sino anden en pregones, y dense trazas, condiciones y modelos, que el maestro mayor de las obras de las dichas iglesias hiciere; y rematense en quien lo hubiere de hacer mejor y más barato (Niño [1609] 1862, vol. 1, 127–128).

Ideas que con muy parecidas palabras son repetidas en las Sinodales de Málaga de 1671:

> y cuando de orden nuestra se huviere de hazer alguna obra nueva, reedificación o reparos notablemente mayores no se dé ni cometa la dicha obra en ningún caso a tasación, sino que se pregone, para que se encargue della el que más beneficio hiziere con las condiciones siguientes. La primera que según la planta y calidades que de nuestra orden y aprobación se hiziere, se comiençe y perficione la obra en el tiempo y término que se señalare (Santo Tomás 1674, 424).

Aún cabría citar lo establecido por Rodrigo de Castro en Sevilla en 1586, donde minuciosamente se especificaba:

> No se hagan obras en las iglesias sin licencia nuestra o de nuestro provisor o de nuestros visitadores en la quantidad que se les permite en la instrucción que les está ordenada, ni se le de las dichas obras a hazer sin andando en pregón por baxas y dando traças, condiciones y modelos, si otra cosa no pareciere a nos o a nuestro provisor más conveniente a la utilidad de las iglesias y sus fábricas, conforme a las obras y a los officiales que se offrecieren: de lo qual nos dará siempre cuenta (Castro [1587] 1591, fol. 30 v.).[8]

Una vez concedidas las licencias y adjudicadas las obras, quien ejercía el control de las mismas era el mayordomo de fábrica, también llamado obrero o fabriquero, según la diócesis.[9] Se trataba de un oficio igualmente competente en el ámbito de la organización de la obra en cuanto a los aspectos puramente administrativos y arquitectónicos. Su figura gozaba de amplísimas atribuciones que no se limitaban a lo constructivo, sino que se extendían a otras necesidades de la intendencia del templo, como la siempre importante provisión de cera e incienso, así como el cuidado de los ornamentos y libros corales.[10]

En relación con la obra, hay que advertir que los mayordomos podían generalmente disponer de una cantidad de dinero sin necesidad de solicitar licencia al provisor para gastarla, lo que agilizaba los pequeños reparos y el mantenimiento diario de los templos[11]. En otros casos, ante una necesidad imprevista cuya demora en la intervención pudiese traer males mayores, se les permitía gastar algún caudal, pero sólo «para apuntalar o hacer otra cosa semejante», como explícitamente señala el sínodo sevillano de 1604 (Niño [1609] 1862, vol. 1, 196–197).

La labor de estos mayordomos no sólo afectaba a los templos, también eran responsables del gobierno, mantenimiento y reparo del resto de edificios propiedad de la fábrica que administraban. A este respecto hay que tener en cuenta que en la Andalucía del Antiguo Régimen fue la Iglesia el primer propietario de inmuebles, tanto urbanos, sobre todo casas, como rústicos, especialmente cortijos. Acerca de estos últimos se hace mención explícita en las Constituciones de Guadix-Baza de 1554, las cuales recogen un interesantísimo y detallado listado de los numerosos cortijos cuya titular era la mitra accitana (Ayala [1554] 1994, fols. 15 v.-42 v.). Podemos afirmar por tanto que la normativa de las sinodales no sólo afectaba a la arquitectura religiosa sino que gobernaba de igual manera una gran parte de la civil, de forma que resultaba ser una de las más significativas regulaciones de la construcción, la cual, a su vez, era la más importante de las actividades no agrícolas de la economía tradicional (Borrero 2000, 97). En este sentido, las Constituciones de Cádiz de 1594 instaban al mayordomo a que:

> una o más vezes al año, como uviere necesidad, visite las posesiones de la fábrica mirando si están bien reparadas y tratadas y si fuere menester proveer alguna cosa lo haga o compela a ello a la persona a cuyo cargo estuviere (Zapata 1594, fol. 83).

Este aspecto lo desarrolla con especial atención el sínodo cordobés del obispo Francisco de Alarcón en 1662, cuando señala que:

> para reparar las casas y possesiones: Mandamos S.S.A. que todos los años por el mes de febrero las vean con un maestro de obras inteligente y las que estuvieren de por vida hagan reparar a las que los tuvieren o sus fiadores y de las que estuvieren por tiempo presentarán memorial ante nos con declaración del mismo maestro de las labores que necesitan a que intervenga el vicario o rector y con examen de la necessidad y licencia nuestra se hagan porque en otra manera no se recibirán en quenta y de lo que en esto obrare tenga razón ajustada para darla a nuestros visitadores en las visitas o antes si conviene, con apercibimento que serán de su quenta los daños y menoscabos que huviere y nuestros visitadores condenen en dos mil maravedís al obrero, que no diere esta relación (Alarcón 1667, fol. 76).

La figura del visitador mencionado en el texto *ut supra* fue otro de los agentes de control del prelado. Así, cuando el obispo —o, mediante delegación, este visitador— visitaba las parroquias, lo hacía con autoridad apostólica en un acto sacramental, magisterial y pastoral en el cual no sólo realizaba el escrutinio *de vita et moribus* tanto del pueblo como del clero, cuya finalidad última estaba en la *inquisitio* y la *correctio*, sino que controlaba, entre otras cosas, la economía de las fábricas parroquiales, que eran sometidas a lo que hoy llamaríamos una auditoría, y atendía a las necesidades materiales de los templos dependientes de su jurisdicción (Candau 1986, 26–28, 30–32; Rubio 1999, 22; Pérez 2000, 209–210). En este sentido el visitador era persuadido de que mirase

muy en particular y despacio toda la iglesia y cada parte de ella [por] si hay algo que tenga necesidad de reparo [y] si en los templos hallare alguna parte arruinada o que tenga necesidad de reparo llame maestros que lo entiendan y provea lo que hallare necesario y asi mismo si lo fuere hacer algún edificio nuevo conforme a las rentas de la yglesia. Hecha la traça y tanteo de lo que podrá costar nos lo embie para que se provea de ello. Y en las obras ya començadas vera si se guarda el modelo y traça que se huviere dado, si van firmes y bien hechas (Zapata 1594, fol. 88 v.).

En la misma línea se encuentra la normativa de Pedro Guerrero para la archidiócesis de Granada cuando ordena que los visitadores

Visiten el edificio de las iglesias y tomen memoria de lo que fuere necessario reparar o hazer de nuevo y en las obras que actualmente anduvieren, infórmense si ay faltas y a cuya culpa son y de las que uviere hecho el veedor de obras en las visitas y tasaciones y si faltan materiales y cómo y con qué orden se gastan y libran y la cuenta y guarda que ay en ellos, y de lo que en esto entendieren ay necessidad de remedio nos avisen y no manden ellos hazer obra alguna o reparo si no fuere hasta en quantidad de quatro ducados sin comunicarnos primero so pena que sea a su costa (Guerrero 1573, fol. 108).

El Sínodo sevillano de Fernando Niño señala por su parte como obligación del visitador el incluir en la relación de cada parroquia

la disposición y arquitectura de la iglesia, si es de tapia de tierra o de canteria, y las naves, capillas y retablos que tiene . . . las obras que tuvieren comenzadas; la cualidad de ellas; si se prosiguen o no; dejándose de proseguir, si es por falta de los mayordomos, o por no tener hacienda la iglesia, o por falta de los maestros a cuyo cargo está; trayendonos particular relación de lo que en esto hace falta (Niño [1609] 1864, vol. 2, 127–128).

Sobre este aspecto incidirían las instrucciones dadas a los visitadores hispalenses por el cardenal Arias un siglo más tarde.[12] En cualquier caso, en las referidas constituciones sevillanas la visita era garantía del férreo control del gasto al que ya hicimos referencia, como se pondrá en evidencia en otro punto de las mismas cuando se considera que

Del reparo de las iglesias han de tener nuestros Visitadores mucha cuenta; y así mirarán si hay alguna pared, u otra cosa con peligro de caerse, o digna de que se repare, llamamos para ello, si fuere menester, maestros peritos en el arte; y si hay falta de plata, ornamentos, etc. Y considerada la calidad del lugar e iglesia, y la renta que tiene la Fábrica, y comunicado con el Mayordomo particular, y con el Vicario y con las demás personas que les pareciere, y conferido con ellos de qué manera ha de ser la obra, y los maravedís que ha de costar, y lo más que sea necesario, den de todo ello aviso a nuestro Provisor, para que provea lo que convenga; y sin licencia nuestra, o del dicho Provisor, no se hagan obras en las iglesias, y el darlas a hacer, y los contratos se les remitan; y asimismo traigan en su libro de memoria las obras que proveyeron se hiciesen, y las que hay comenzadas en las iglesias de sus partidos; qué oficiales las tienen, qué tiempo ha que está hecho el contrato, qué dinero han recebido; si se ha pasado o no el tiempo, dentro del cual están obligados a cumplir y acabarlas, para que visto todo se provea lo que más convenga (Niño [1609] 1864, vol. 2, 137–138).

La visita, como pieza clave del poder episcopal y en última instancia del real, creó algunos conflictos de competencias y hasta enfrentamientos institucionales. No debieron ser pocos los problemas que su ejecución planteó en los territorios de jurisdicción señorial, prueba de lo cual son las sinodales almerienses de 1607 cuando establecen que

En las iglesias de las villas y lugares de señorío está por quenta de los dichos señores, cuyos son los lugares, el edificar y reparar las dichas iglesias, como se contiene en la bulla de Alexandro sesto y porque conforme a derecho y a la dicha bulla nos compete a nos el cuydar de los dichos edificios, mandamos que nuestro visitador haga embargo de los diezmos, que a el tal señor pertenescen, para el reparo y edificio que biere es necesario de las tales iglesias, y dello haga memoria para nos dar quenta, porque, sino lo cumplieren, se proceda contra ellos por todo rigor de derecho hasta dar quenta a su Majestad, como verdadero patrón de las dichas iglesias (López y Pérez 1988, 489).[13]

La forma arquitectónica

Lejos de la exhaustiva normalización del decoro de la arquitectura religiosa propuesta por Borromeo y seguida en Valencia por Aliaga, las sinodales andaluzas fueron escuetas al respecto. Aun así es posible rastrear en ellas algunas normas que determinaron ciertas soluciones arquitectónicas, las cuales quedaron consagradas como paradigmáticas de la arquitectura cristiana. En este sentido, cabe citar las constitu-

ciones malagueñas de Fray Alonso de Santo Tomás, cuyas conexiones con el texto de Borromeo son patentes, especialmente las referencias a la elección del lugar y del tipo de planta

> Quando en este obispado se huviere de edificar alguna iglesia, especialmente parroquial, mandamos S.S.A., que primero se elija sitio proporcionadamente capaz y apartado del ruido que causan los concursos públicos profanos, y para la traza y fábrica se consulten los maestros más expertos y se haga (si pudiere ser) en forma de cruz (Santo Tomás 1674, 418).[14]

Pero no se reducen las citadas constituciones malagueñas a la canonización de esta ancestral práctica arquitectónica que hacía que las iglesias adquiriesen en planta la forma del instrumento de martirio del Fundador de la Iglesia, símbolo y emblema del cristianismo. También en ellas se hacen referencias a algunos de sus elementos arquitectónicos, como las ventanas, que deben ser «de tal suerte altas que impidan a los de afuera el ver lo que dentro se haze»; la sacristía, que «ha de tener la capacidad que corresponde a la del templo» o la torre. También quedarán reglamentados algunos elementos litúrgicos que son verdadera extensión de la propia arquitectura y aún de su construcción, como el altar mayor, que ha de estar «hecho de piedra o ladrillo, en el sitio más principal»; el coro, «en el pavimento o en alto»; el púlpito o la pila bautismal. (Santo Tomás 1674, 418–419).

Al margen de estos jugosos preceptos existentes en las sinodales malagueñas hay un aspecto que aparece en distintas constituciones con machacona insistencia. Se trata de la prohibición de que se fortifiquen los templos, lo que ya es referido de manera temprana en el Concilio Provincial de Sevilla de 1512, que expresa que «La casa de Dios es sólo para alabarle: por lo tanto, establecemos y ordenamos, que nadie . . . se atreva a fortificar o amurallar las iglesias, ni a construir en ellas alcázares» (Tejada 1849–1859, vol. 5, 105). Contravención que se repite años más tarde en las constituciones de la Abadía de Alcalá la Real (Jaén) de 1542 (Ávila 1542, fol. 47 v.) y en las diocesanas de Sevilla de 1586 (Castro [1587] 1591, fols. 52–52 v.) y 1604 (Niño [1609] 1864, vol. 2, 70). La frecuencia con que es tratado el asunto nos lleva a pensar que el problema debió ser general. Es muy posible que el significativo volumen arquitectónico de los templos fuese propicio para su uso como fortaleza en los habituales conflictos banderizos urbanos de la baja Edad Media, práctica que ahora se pretendería atajar definitivamente con estas prohibiciones.

También relacionado con la imagen externa de los templos estaba la prohibición de adosar casas a sus muros. La separación entre la vivienda —edificio profano— y la iglesia —edificio santo— debía ser perceptible y efectiva, idea apoyada en la exégesis de textos del Antiguo Testamento. Así, ordenarán las sinodales gaditanas del obispo Zapata que

> No se edifiquen casas ni aposentos de seglares junto a las paredes de los templos (cosa que tanto aborrece Dios por Exequias, capítulo 43) y en las que estuvieren edificadas no se consientan ventanas que salgan a la yglesia y si algunas uviere abiertas se cierren no constando del título legítimo que para ello tienen (Zapata 1594, fol. 31).

Sin duda, el respeto reverencial y las consideraciones acerca del decoro, tan presentes en Trento, estaban tras este tipo de normativas. La explicación a la contravención gaditana la podemos encontrar en las tantas veces citadas constituciones del sínodo de Fernando Niño, en donde descubrimos el sentido último de la prohibición:

> En muchas iglesias de esta Ciudad y nuestro Arzobispado, hay ventanas y miradores, de á donde los dueños de las casas que están junto a ellas, oyen los divinos Oficios desnudos y sin acabarse de vestir, cosa muy indecente y escandalosa. Para remedio de lo cual (en ejecución del Proprio motu del Papa Pío V, de felice recordación) Sancta Synodo Approbante mandamos que ninguna persona, de ningún estado y condición que sea, tenga abierta ventana ó mirador de su casa a la iglesia; y si algunas hubiere, las cierren y hagan cerrar (Niño [1609] 1862, vol. 2, 14–15).

Por último, hay que señalar lo dispuesto en relación a los enterramientos, que son citados de manera sistemática en las sinodales. Como es bien sabido, los cementerios contemporáneos, ubicados en el exterior de las ciudades, son fruto de las renovadoras ideas de la Ilustración.[15] Hasta entonces se habían ubicado o bien en el entorno del templo o bien en su propio interior. En el primer caso se trataba de cementerios parroquiales, acerca de los cuales se disponía que su espacio «no pueda ser hollado de animales ni hazerse otros paseos y concursos profanos, con una cruz grande de madera o piedra» (Santo Tomás

1674, 419).[16] No obstante, la mayoría de las referencias de las constituciones sinodales andaluzas van a aludir a la sepultura de privilegio que se efectuaba en el interior de las iglesias y que, por tanto, afectaba a su espacio interno.[17] A este respecto se establecía la prohibición de levantar monumentos funerarios en las naves de la iglesia, por el perjuicio que el volumen de tales *gisantes* provocaba en la habitabilidad de las mismas. Por ello sólo se permitirían lápidas enrasadas con el nivel del pavimento. En este sentido cabe citar las constituciones sinodales gaditanas de 1594, en las que se ordena: «que sobre las sepulturas no se pongan tumbas en el cuerpo de las yglesias porque estén desembarazadas para celebrarse los divinos oficios» (Zapata 1594, fol. 33). De igual manera, las sinodales de Málaga de Fray Alonso de Santo Tomás obligaban a «que las bóbedas que huviere en las iglesias o de nuevo se concedieren, cuyas puertas y entradas estuvieren en el pavimento se igualen con él, sin que excedan cosa alguna» (Santo Tomás 1674, 425). Por último, cabe referir que en las sinodales granadinas de 1573 Pedro Guerrero justificaba la censura de los monumentos funerarios, así como de los aparatosos escudos que solían presidirlos, en que suponían «grande abuso y vestigio de gentilidad» (Guerrero 1573, fol. 78 v.). Desde luego en la Granada de 1573, y aún en toda España, recién terminada la Guerra de las Alpujarras, no se podía dar un argumento de mayor peso que este último.

La construcción y sus circunstancias

Los materiales para la construcción es asunto también tratado en las constituciones sinodales. Hay que señalar al respecto la prescripción existente en las de Cádiz de 1594 de que los altares fueran realizados en piedra y macizos, ampliándose la opción en las de Málaga de 1671 a que pudiesen ser de piedra o de ladrillo (Zapata 1594, f. 33 v.; Santo Tomás 1674, 418). Esta normativa estaba sin duda más relacionada con la simbología que el propio altar asume dentro de la liturgia católica que con la construcción y sus materiales.

No ocurre lo mismo con las referencias existentes en las constituciones sevillanas de Fernando Niño de 1604, donde la alusión a los materiales es para incidir en que éstos se pregonasen y fuesen comprados a la baja:

> La cal, ladrillo y teja, y los demás materiales que los Mayordomos hubieren de comprar para la obra de sus iglesias, los hagan pregonar, y por bajas los compren de los que en más comodo precio los dieren (Niño [1609] 1862, vol. 1, 197).

Sobre este último aspecto se insiste en las constituciones de Málaga de 1671 —que proporcionan en general amplia información acerca de la práctica constructiva y arquitectónica de la Iglesia en el ámbito geográfico y temporal que nos ocupa—, sin embargo, no se queda ahí y reclama que estos materiales sean de buena calidad.[18] Concretamente señala que el maestro mayor de fábricas del obispado u otro encargado expresamente a este efecto «ha de reconocer los materiales y si son buenos y legítimos». (Santo Tomás 1674, 424) Así se entra en un asunto delicado, y cuya preocupación fue recogida en los cánones que nos ocupan, como es el del control de la calidad.

Las mismas sinodales malagueñas a las que venimos aludiendo señalan que el maestro mayor de fábricas «estando mediada la obra ha de volver a reconocerla una vez y otra quando esté acabada, para ver si se ha hecho según y como se devió» (Santo Tomás 1674, 424). Obviamente se trata de un mecanismo más del aludido control de calidad, aspecto que, junto con el de la firmeza de lo construido, no estaba en absoluto descuidado.[19] En este sentido se buscó que la especialización en el trabajo fuese efectiva, en consonancia con lo estipulado por el rígido sistema de producción gremial. Expresión de ello encontramos en las constituciones sevillanas de 1604 y en las giennenses de 1624, cuando especifican que:

> No dé nuestro Provisor a hacer de aquí en adelante obra alguna de las iglesias, sino á cada oficial de su oficio; conviene a saber, la cantería al cantero, la pintura al pintor, la talla al entallador; y así de todos los otros oficiales, a cada uno lo que fuere del suyo (Niño [1609] 1862, vol. 1, 127).
>
> Porque puede acontecer que por no conocer los maestros de las obras, encarguen algunas a persona que no es del arte, y las tome con ánimo de hacerlas por mano de otros, no siendo esto nuestra voluntad, mandamos a los mayordomos, y Priores de las Iglesias, que antes de dar la obra al oficial, o consentirle que trabaje en ella, le pidan el mandamiento de encargo que tiene, y sino fuere maestro en el arte della, no se la consientan (Moscoso 1626, fol. 61 v.).

La aludida normativa sevillana propició la acostumbrada división de los arquitectos archidiocesanos de Sevilla en maestros de cantería y maestros de albañilería y que tomó carta de naturaleza en estas constituciones cuando indican que

> porque en las obras de cantería pueden recebir mucho detrimento las iglesias, hemos señalado maestro con salario en las dichas iglesias, para que vea las dichas obras, y se eviten los inconvenientes y gastos inútiles, que por su falta solía haber: y asi encargamos a los dichos Visitadores tengan mucha cuenta con mirar las tales obras, informándose si se hacen conforme á las trazas que están dadas, y si van firmes y seguras, y como conviene; y, cuando les pareciere ser menester, avisen á nuestro Provisor, para que envie al dicho maestro a visitarlas; y lo mismo harán los dichos Visitadores, en cuanto a las obras de albañilería y carpintería (Niño [1609] 1864, vol. 2, 138).

Esta búsqueda de la especialización profesional que reclamaba la optimización de los recursos y la mejora de los resultados se formalizaría en el arzobispado hispalense tras la muerte de Diego López Bueno en 1632, cuando se dividió su maestría en dos, arquitectónica y de carpintería, que serían desempeñadas por Diego Gómez y Cristóbal Ortiz, respectivamente (Pleguezuelo 2000, 38).

Pero más allá de todo esto, la finalidad de esta especialización estaba también muy en relación con el intento de eliminación de un dañino vicio en el mecanismo de contratación y que consistía en el traspaso de obra. Era habitual las obras se adjudicasen a maestros sin experiencia en las artes objeto de la contratación, que con posterioridad las traspasaban, reteniendo para sí un porcentaje del valor del contrato, lo cual iba obviamente en detrimento de la calidad de la obra, ya que el adjudicatario último se veía obligado a escatimar en la calidad de los materiales, así como en la mano de obra, para que le fuese rentable.[20] Las referencias al asunto en las distintas constituciones sinodales son múltiples, las de Málaga de 1671 que hemos visto ya, dicen al respecto:

> Que la persona a quien se hiziere el remate y encargo ha de ser oficial y del arte de albañilería, cantería o carpintería y que él ha de hazer por su persona o con su continua assistencia y por su quenta sin poder ceder, ni traspassar a otro el remate, ni obligación y que por cantidad del remate se ha de obligar con fianças a nuestra satisfacción, o del mayordomo general o del de aquel partido (Santo Tomás 1674, 424).

No hace falta insistir más en que toda la normativa sinodal no dejaba de hacer referencia al control de la construcción arquitectónica y, en concreto, al control de los referidos maestros mayores, cuya actividad estaba perfectamente regulada, como bien refleja esta última cita, relacionada con las ya aludidas visitas y tomada de las constituciones sevillanas de Rodrigo de Castro:

> El maestro mayor de las fábricas no vaya a hazer la visita general de las obras de las iglesias más de una vez en el año y esto siendo necessario y con licencia y mandamiento *in scriptis* de nuestro provisor, el qual le tasse antes que salga a la visita lo que a de aver de ocupación de cada día en los lugares que se detuviere y assí mesmo la parte que a de dar a cada fábrica de todo el camino respectivamente, considerando la posibilidad de cada una. Y esto mesmo se entienda y guarde quando fuera de la visita general el provisor le embiare a visitar algunas iglesias en que aya precisa e instante necessidad. Y el mayordomo particular de cada iglesia y el vicario y donde no lo uviere el cura más antiguo tengan cuenta con que el dicho maestro mayor no detenga, ni occupe más de lo necessario y assí lo advierte el privisor en los mandamientos que diere (Castro [1587] 1591, fol. 38).

Como conclusión, sólo nos resta señalar que en modo alguno se agota aquí el análisis de las constituciones conciliares y sinodales, del que en esta ocasión, como ya indicamos, sólo hemos hecho una apretada y primera aproximación al caso andaluz. A ello esperamos añadir en futuros trabajos otros aspectos, así como un estudio comparativo con documentación más específica, como las ordenanzas que generaron las fábricas catedralicias o la construcción de grandes edificios. De igual forma tendremos que preguntarnos por el grado de cumplimiento de toda esta rica normativa constructiva, hasta ahora tan poco estudiada, y a la postre por su repercusión en la arquitectura andaluza de la Edad Moderna.

Notas

1. La terminología eclesiástica diferencia entre: concilio ecuménico, concilio nacional, concilio provincial y sínodo diocesano. El concilio ecuménico es la asamblea universal de la Iglesia presidida por el romano pontífice donde están presentes todos los obispos en representación de sus respectivas diócesis; el concilio nacional es la asamblea de los obispos de un estado presididos

por su primado; el concilio provincial es la asamblea del clero de una provincia eclesiástica presidida por el metropolitano y, por último, el sínodo diocesano es, como hemos señalado en el texto, la asamblea del clero de una iglesia local presidida por su obispo. A ello todavía cabría añadir el llamado sínodo de los obispos, de aparición reciente y que es una asamblea de obispos de distintas partes de la cristiandad escogidos por el papa, con el que se reúnen en determinadas ocasiones. De estas instituciones interesan al objeto de este trabajo los concilios provinciales y, sobre todo, los sínodos diocesanos, ya que son los que con más detenimiento se ocupan de la construcción (Aldea, Marín y Vives 1972–1987, *ad vocem*).

2. Sobre los sínodos de Cristóbal de Rojas véase Herrera (1999) para los cordobeses y García (1999) para los sevillanos.
3. Véase la tabla adjunta, donde se puede apreciar la frecuencia de los sínodos y concilios andaluces desde la celebración del nacional de Sevilla de 1478.
4. Con dos tempranos precedentes en la reimpresión de las sinodales giennenses de 1624 en 1787 y las cordobesas de 1662 en 1789, la dilatada e inalterada permanencia de estas normas se hace patente en sus reediciones decimonónicas, iniciadas en 1805 con la reimpresión de las sinodales granadinas de 1572; seguida por las sevillanas de 1604 entre 1862 y 1864 y un año más tarde las almerienses de 1635 y que finalizarán en 1882 las gaditanas de 1591. Además, muchas de ellas estuvieron en vigor hasta bien entrado el siglo XX, siendo quizá los casos de las archidiócesis sevillana y granadina los más significativos, ya que sus constituciones de 1604 y 1572 estuvieron en vigor hasta 1943 y 1954 respectivamente (Pérez y Sánchez 2003, 434–441).
5. Esperamos en el futuro incidir en otros aspectos histórico-artísticos contenidos en ellas, como la interesantísima normativa acerca del culto a las reliquias e imágenes sagradas, que en este congreso de historia de la construcción no tendrían sentido. Para el presente trabajo, además de los textos impresos, manuscritos y escasas ediciones críticas de cada una de las constituciones de los sínodos andaluces reflejados en la tabla que se adjunta, hemos utilizado algunos repertorios: Sáenz 1693–1694; Villanuño 1784–1785 y Tejada 1849–1859, además de la siguiente bibliografía: Sobre la institución sinodal en general véase Martínez 1964, 249–263. Para una visión general de los sínodos andaluces véase Pérez y Sánchez 2003, 423–441. Por diócesis: Archidiócesis de Sevilla: Villalba 1984; Pérez y Sánchez 1996; García, 1999; Pérez, 2003. Diócesis de Jaén: Urteaga 1979–1981; Rodríguez 1981; una especial relación con el tema que nos ocupa tiene: Jódar 2003. Diócesis de Córdoba: Tibau 1961; Sanz 1991; Sanz 2003; Herrera 1999; Herrera 2003. Diócesis de Almería: López 1988; Gil y Pozo 2003. Diócesis de Málaga: Reder 1995.
6. Sin duda, fueron las *Instructiones Fabricae et Supellectilis Ecclesiasticae* (1577) de san Carlos Borromeo, que más tarde se incorporaron a las *Acta Ecclesiae Mediolanensis* (1599), ejemplo paradigmático de este fenómeno, donde los preceptos del decreto tridentino sobre la veneración de las imágenes se traspasan al ámbito arquitectónico, quedando la autoridad episcopal como determinante. Aunque en un primer momento fueron pensadas para su sola aplicación en la provincia eclesiástica milanesa, tan sólo cuatro años después de ser publicadas, el arzobispo de Benevento —el cardenal Orsini, posteriormente Benedicto XIII— las hizo traducir al italiano, a las que siguieron ediciones del original latino en la misma Milán, pero también en Venecia, Brescia, París, León (Francia), Bérgamo y Padua. A pesar de no haber sido traducidas al castellano, rara es la biblioteca episcopal o capitular española que no cuenta con un ejemplar de las *Instructiones*, siendo quizá la mejor prueba de su trascendencia las mencionadas *Advertencias para los edificios y fábricas de los templos* (1631) del arzobispo valenciano Isidoro Aliaga, donde los ejemplos de intertextualidad con las instrucciones de Borromeo son patentes (Hay edición española de las *Instructiones*: Borromeo [1577] 1985; Las *Advertencias* de Aliaga fueron dadas a conocer por Antonio Benlloch Poveda (1989); existiendo un posterior estudio y trascripción íntegra de las mismas a cargo de Fernando Pingarrón Seco (1995).
7. A pesar de esta generalización del rigor normativo, en la práctica la situación fue mucho más laxa (Aramburu-Zabala 2001, 47–50).
8. Ideas semejantes a las citadas se desarrollan en los sínodos de Alcalá la Real de 1542 (Ávila 1542, fol. 45), de Cádiz de 1594 (Zapata 1594, fol. 31 v.), de Sevilla de 1604 (Niño [1609] 1862, vol. 1, 196–197), de Almería de 1635 (González 1638, 101), de Córdoba de 1662 (Alarcón 1667, fol. 78) y de Málaga de 1671 (Santo Tomás 1674, 419). Por otra parte, tenemos que advertir de que, en este apretado análisis de las constituciones sinodales como fuente para el conocimiento de la construcción en la Andalucía moderna, no podemos detenernos en un asunto tan complejo como el de la financiación de la arquitectura religiosa. No obstante, es obligado señalar que son abundantes las referencias a que la licencia para construir no se otorgase sin dotación bastante, ya que se había comprobado que «por averse edificado algunas hermitas sin renta ni dotación para sus reparos y adorno a resultado estar muchas maltratadas e indecentes» (Zapata 1594, fol. 31 v.).
9. En diócesis como la de Málaga la complejidad del entramado administrativo de la construcción hace que

Año	Obispo	Asamblea	Impresión
Alcalá la Real			
s. XV	Abad Pedro Gómez de Padilla	Sínodo abacial	
1500	Abad Valeriano Ordóñez de Villaquirán	Sínodo abacial	
1542	Abad Juan de Ávila	Sínodo abacial	Alcalá de H., 1542
1623	Abad Pedro de Moya	Sínodo abacial	Granada, 1626
Almería			
1607	Juan de Portocarrero	Sínodo diocesano	
1635	Antonio González de Acebedo	Sínodo diocesano	Granada, 1638
Cádiz			
1480	Pedro Fernández de Solís.	Sínodo diocesano	
1591	Antonio Zapata.	Sínodo diocesano	Madrid, 1594
1632	Plácido Pacheco de Haro.	Sínodo diocesano	
1655	Francisco Guerra	Sínodo diocesano	
1671	Alonso Vázquez de Toledo	Sínodo diocesano	
Córdoba			
1496	Íñigo Manrique	Sínodo diocesano	
1520	Alonso Manrique	Sínodo diocesano	Sevilla, 1521
1562	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1562
1563	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1563
1564	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1564
1566	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1566
1568	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1568
1570	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Córdoba, 1570
1648	Domingo Pimentel	Sínodo diocesano	
1662	Francisco de Alarcón	Sínodo diocesano	Madrid, 1667
Granada			
1565	Pedro Guerrero	Concilio provincial	
1572	Pedro Guerrero	Sínodo diocesano	Granada, 1573
Baza-Guadix			
1554	Martín de Ayala	Sínodo diocesano	
Jaén			
1478	Íñigo Manrique	Sínodo diocesano	1483
1492	Luis de Osorio	Sínodo diocesano	
1511	Alonso Fuentes el Sauce	Sínodo diocesano	Sevilla, 1511
1586	Francisco Sarmiento	Sínodo diocesano	Baza, 1587
1624	Baltasar de Moscoso y Sandoval	Sínodo diocesano	Baza, 1626
Málaga			
1515	Diego Martínez Ramírez de Viellaescusa	Sínodo diocesano	Sevilla, 1515
1543	Sínodo de Bernardo Manrique	Sínodo diocesano	
1572	Francisco Blanco	Sínodo diocesano	Granada, 1573
1671	Alonso de Santo Tomás	Sínodo diocesano	Sevilla, 1674
Sevilla			
1490	Diego Hurtado de Mendoza	Sínodo diocesano	
1512	Diego de Deza	Concilio provincial	Sevilla, 1512
1572	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	Sevilla, 1572
1573	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	
1575	Cristóbal de Rojas y Sandoval	Sínodo diocesano	
1586	Rodrigo de Castro y Osorio	Sínodo diocesano	Sevilla, 1587
1604	Fernando Niño de Guevara	Sínodo diocesano	Sevilla, 1609

Tabla 1
Sínodos andaluces desde el Concilio Nacional de Sevilla de 1478 hasta finales del siglo XVIII

apararezcan simultáneamente los cargos de Mayordomo de fábrica, obrero y veedor.

10. Un informe sobre el estado de la Archidiócesis de Sevilla cuyo destinatario era el obispo Rodrigo de Castro incide en la importancia del nombramiento del mayordomo mayor de las fábricas del arzobispado, pues «es el officio que más importa al bien de las fábricas de todos quantos tiene que proveer el prelado» (Domínguez 1953, 194).
11. «Que los obreros gasten, sin pedir licencia, hasta en cantidad de tres mil maravedís en reparos menores de la iglesia, con parecer del vicario o rector y teniendo razón del gasto por menor para que se les descuente» (Alarcón 1667, fol. 76).
12. «Visitarán el cuerpo de la Iglesia, Capillas y Retablos, Torre, y Campanas, y verán si los techos, puertas, y murallas necessitan de algun reparo, para que se aplique, antes que sea mayor el daño» (Arias 1705, 4). Todas estas instrucciones se enmarcan en lo comprendido en el *Ordo ad visitandas parochias*, contenido a su vez en las distintas ediciones del *Pontificale Romanum* desde la Edad Media (Miguel 1999, 364).
13. En la misma diócesis se volverán a ocupar de este asunto años más tarde las Constituciones del obispo Antonio González de Acebedo, que de nuevo incitan al visitador a que «si quando visitare hallare falta en lo contenido en esta constitución, embarguen los bienes y rentas que les pertenezcan para que dellos se reparen» (González 1638, 101).
14. Obsérvese la dependencia de Borromeo: «En quanto sea posible hacerse, que esté muy lejos de todo estrépito . . . de preferencia deberá edificarse en tal forma que sea a semejanza de cruz» (Borromeo [1577] 1985, 4–7).
15. A este respecto remitimos, para el caso sevillano, a Rodríguez Barberán (1996).
16. Es muy poco lo que sabemos de estos cementerios parroquiales, de los que en su mayoría se ha perdido todo rastro, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, en Inglaterra, donde aún existen.
17. Manuel Espinar Moreno (1999) aporta más información al respecto.
18. «Y que quando fuere más conveniencia de la fábrica el dar los materiales y por poner en pregón sólo el trabajo y jornales se haga para ello la misma obligación de tiempo, reconocimiento y fianças» (**Santo Tomás 1674**, 424).
19. En las constituciones de Cádiz de 1594 se formaliza dicha preocupación por la solidez en el mantenimiento diario de los templos, práctica por cierto hoy tan en desuso: «Póngase mucho cuidado en que las paredes por la parte de adentro y de fuera de la yglesia estén bien reparadas y se tapen agujeros y arranquen las yervas que en los tejados y paredes nacieren» (Zapata 1594, fol. 31).
20. La práctica era habitual en el medio constructivo español, así Aramburu-Zabala cita el ejemplo burgalés donde la subcontratación era igualmente usual y del mismo modo condenada por las Constituciones de aquella diócesis en 1577 (Aramburu-Zabala 2001, 48).

Lista de Referencias

[Alarcón, Francisco de]. 1667. *Constituciones synodales del obispado de Córdoba hechas y ordenadas por su señoría illustrísima el señor obispo don Francisco de Alarcón del consejo de su majestad en la synodo que celebró en su palacio episcopal en el mes de junio de 1662*. Madrid: Diego Díaz de la Carrera.

Aldea Vaquero, Quintín, Tomás Marín Martínez y José Vives Gatell, dirs. 1972–1987. *Diccionario de historia eclesiástica de España*. Madrid: CSIC.

Aramburu-Zabala Higuera, Miguel Ángel. 2001. *Fraude y corrupción en la arquitectura del Siglo de Oro*. Santander: Universidad de Cantabria.

[Arias y Porres, Manuel]. 1705. *Instrucción para los visitadores del arzobispado*. Sevilla.

[Ávila, Juan de]. 1542. *Constituciones sinodales de la abadía de Alcalá la Real fechas por el lustre y reverendíssimo señor don Juan de Ávila abad de la dicha abadía y del Burgo del Hondo*. Alcalá de Henares: José de Brocar.

[Ayala, Martín de]. [1554] 1994. *Sínodo de la diócesis de Guadix y de Baza*. Granada: Universidad de Granada.

Benlloch Poveda, Antonio. 1989. Tipología de arquitectura religiosa: un tratado valenciano del Barroco (1631). *Estudis*, 15: 93–108.

Borrero Fernández, Mercedes. 2000. Los medios humanos y la sociología de la construcción medieval. En *La técnica de la arquitectura medieval*. 97–122.

Borromeo, Carlos. 1985. *Instrucciones de la Fábrica y del ajuar eclesiásticos*. Méjico: UNAM.

Candau Chacón, María Luisa. 1986. *Iglesia y sociedad en la campiña sevillana: la vicaría de Écija (1697–1723)*. Sevilla: Diputación provincial.

Cantelar Rodríguez, Francisco. 2003. Los sínodos diocesanos y la colección sinodal de la Universidad Pontificia de Salamanca. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 87–90. Jaén: Diputación Provincial.

[Castro, Rodrigo de]. [1587] 1591. *Constituciones del arçobispado de Sevilla, copiladas, hechas y ordenadas por el illustrísimo y reverendísimo señor don Rodrigo de Castro, presbítero cardenal de la basílica de los doze apóstoles de la sancta iglesia romana, arçobispo de Sevilla, en la sínodo que por su mandato se hizo y celebró en la dicha ciudad de Sevilla, año del señor de mil y quinientos y ochenta y seis, y después vistas, examinadas y aprobadas en la sacra congregación de los illustrísimos señores cardenales, intérpretes del sancto concilio tri-*

dentino y confirmadas por la felice recordación de Sixto papa quinto, año de 1590. Sevilla: Juan León.
Codex. 1917. *Codex Iuris Canonici. Pii X Pontificis Maximi iussu digestus; Benedicti Papae XV auctoritate promulgatus*. Roma: Typis Polyglottis Vaticanis.
Domínguez Ortiz, Antonio. 1953. Un informe sobre el estado de la sede hispalense en 1581. *Hispania sacra*, 6: 181–195.
Espinar Moreno, Manuel. 1999. Costumbres y legislación sobre las sepulturas cristianas de la baja Edad Moderna a través de algunos autores del siglo XVIII. *Estudios sobre patrimonio, cultura y ciencia medievales*, 1: 55–75.
García Oro, José y Portela Silva, José. 1998. Felipe II y la Reforma Tridentina en Andalucía. Correspondencia con los obispos de la provincia eclesiástica de Sevilla. *Isidorianum*, 7: 431–482.
García, Rafael M. 1999. Los sínodos sevillanos de Cristóbal de Rojas y Sandoval. *Archivo Hispalense*, 250: 11–25.
Gil Albarracín, Antonio y Pozo Oller, Manuel. 2003. Los sínodos del Obispado de Almería. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 177–192. Jaén: Diputación Provincial.
[González de Acevedo, Antonio]. 1638. *Constituciones synodales de la ciudad y obispado de Almeria: publicados en la synodo diocesana que celebro el señor D. Antonio Gonzalez de Azevedo, obispo de ella, en veynte y quatro de mayo del año del Señor de 1635*. Granada: Andres de Santiago Palomino.
[Guerrero, Pedro]. 1573. *Constituciones synodales del arçobispado de Granada hechas por el ilustrísimo señor don Pedro Guerrero arçobispo de la sancta yglesia de Granada en el sancto synodo que su señoría ilustrísima celebró a quatorze días del mes de octubre del año M.D.L.X.X.I.I.* Granada: Hugo de Mena.
Herrera Mesa, Pedro Pablo. 1999. Los sínodos diocesanos del obispo D. Cristóbal de Rojas y Sandoval (1563–1570). En *Córdoba en tiempos de Felipe II*. 217–236. Córdoba: Real Academia de Córdoba.
Herrera Mesa, Pedro Pablo. 2003. El sínodo del obispo Pimentel celebrado en Córdoba en 1648. Análisis de su documentación. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 207–220. Jaén: Diputación Provincial.
Jódar Mena, Manuel. 2003. Estrategias en la arquitectura religiosa en la Diócesis de Jaén. Iglesias parroquiales y Constituciones Sinodales. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 239–250. Jaén: Diputación Provincial.
López Martín, Juan y Ignacio Pérez Heredia. 1988. El Sínodo almeriense de 1607, del obispo Portocarrero. *Anthologica Annua*, 34 (1987): 429–503.
Martínez Díez, Gonzalo. 1964. Del decreto tridentino sobre los Concilios Provinciales a las Conferencias Episcopales. *Hispania Sacra*, 16 (1963): 249–263.
Miguel García, Isidoro. 1999. El obispo y la práctica de la visita pastoral en el marco de la Teología Reformista. *Memoria Ecclesiæ*, 14: 347–404.
[Moscoso y Sandoval, Baltasar de]. 1926. *Constituciones synodales del Obispado de Iaen hechas y ordenadas por el ilmo. Sr. Don Baltasar de Moscoso y Sandoual, Cardenal de la Santa Yglesia de Roma, Obispo de Iaen, del Consejo de S.M., en la Synodo diocesana que se celebró en la ciudad de Iaen en el año de 1624*. Baeza: Pedro de la Cuesta.
[Niño de Guevara, Fernando]. [1609] 1862–1864. *Constituciones del Arzobispado De Sevilla, hechas i Ordenadas Por el Ilustrísimo y Reverendísimo Señor Don Fernando Niño de Guevara Cardenal i Arzobispo de la S. Iglesia de Sevilla En la Sínodo que celebro en Su Catedral año d 1604; y mandadas imprimir por el Deán y Cabildo, Canónigos in Sacris, Sede vacante*. Sevilla: Librería española y extrangera – Francisco Álvarez y C.ª.
Pérez García, Rafael M. 2000. Visita pastoral y Contrarreforma en la Archidiócesis de Sevilla, 1600–1650. *Historia, Instituciones, Documentos*, 27: 205–233.
Pérez García, Rafael M. 2003. La generación sinodal de documentación sobre la Reforma de la Iglesia. El caso sevillano, 1572–1575. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 401–409. Jaén: Diputación Provincial.
Pérez González, Silvia María y Sánchez Herrero, José. 1996. El Sínodo de Sevilla de 1490. *Archivo Hispalense*, 241: 69–94.
Pérez González, Silvia María y Sánchez Herrero, José. 2003. La colección conciliar y sinodal andaluza. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real*. 423–441. Jaén: Diputación Provincial.
Pingarrón Seco, Fernando (ed.). 1995. *Las* «Advertencias para los edificios y fábricas de los templos» *del sínodo del arzobispo de Valencia Isidoro Aliaga en 1631*. Valencia: Asociación Cultural «La Seu».
Pleguezuelo Hernández, Alfonso. 2000. *Arquitectura y Construcción en Sevilla (1590–1630)*. Sevilla: Ayuntamiento.
Reder Gadow, Marion. 1995. Un palentino en la mitra malagueña: las constituciones sinodales del obispo Blanco de Salcedo (1561–1574). En *Actas del III Congreso de Historia de Palencia,* 3: 105–119. Palencia: Diputación provincial.
Rodríguez Barberán, Francisco Javier. 1996. *Los cementerios en la Sevilla contemporánea. Análisis histórico y artístico (1800–1950)*. Sevilla: Diputación provincial.
Rodríguez Molina, J. 1981. *Sínodo celebrado en la iglesia de Jaén en 1492*. Jaén: Instituto de estudios giennenses.
Rubio Merino, Pedro. 1999. Las visitas episcopales a los cabildos. Documentación en los archivos capitulares. *Memoria Ecclesiæ*. XIV: 17–97.
Sáenz de Aguirre, José. 1693–1694. *Collectio maxima con-*

ciliorum omnium Hispaniae et Novi Orbis epistolarumque decretalium celebriorum, necnon plurium monumentorum veterum ad illam spectantium: cum notis et dissertationibus, quibus sacri canones, historia ac disciplina ecclesiastica & chronologia accurate illustrantur. Roma: Joannis Jacobi Komarek.

[Santo Tomás, Fray Alonso]. 1674. *Constituciones synodales del Obispado de Malaga hechas, y ordenadas porm el Illmo. y R^mo^. S^r^. D. Fr. Alonso de Santo Thomas, Obispo de Malaga del Consejo de su Magestad Etc. en la Synodo que celebró en su S. Iglesia Cathedral, el dia 21 de Noviembre de 1671.* Sevilla: Viuda de Nicolás Rodríguez.

Santos Díez, José Luis. 1969. *Política conciliar postridentina en España: el concilio provincial de Toledo de 1565: planteamiento jurídico canónico.* Roma. Instituto Español de Historia Eclesiástica.

Sanz Sancho, Iluminado. 1991. Los sínodos diocesanos medievales cordobeses y la religiosidad del clero y del pueblo. En *Las fiestas de Sevilla en el siglo XV. Otros estudios,* 341–389. Madrid: Deimos.

Sanz Sancho, Iluminado. 2003. Las constituciones sinodales y la historia de las iglesias locales. Los ejemplos de Cartagena-Murcia y de Córdoba en la baja Edad Media. En *Abadía. IV Jornadas de Historia en la Abadía de Alcalá la Real,* 443–471. Jaén: Diputación Provincial.

Tejada y Ramiro, Juan de. 1849–1859. *Colección de cánones de la Iglesia española.* Madrid: Imprenta de Pedro Montero.

Tibau Durán, Narciso. 1961. Sínodo diocesano de Córdoba celebrado en Marzo de 1520 por el obispo Alonso Manrique. *Boletín de la Real Academia de Córdoba,* 81: 5–36.

Urteaga, J. M. 1979–1981. El Sínodo de Jaén de 1492. *Miscelánea Comillas,* 70: 73–96 y 74–75: 199–228.

Villalba Ruiz de Toledo, Francisco Javier. 1984. Aproximación al Concilio Nacional de Sevilla de 1478. *Cuadernos de historia medieval,* 6: 9–37.

Villanuño, Matías de. 1784–1785. *Summa Conciliorum Hispaniae: quotquot inveniri potuerunt ad usque saeculum proximè praeteritum, epistolarum ad hispanos cum earum delectu: notis novisque dissertationibus adornata.* Madrid: Joaquín Ibarra.

[Zapata, Antonio]. 1594. *Constituciones synodales del obispado de Cadiz.* Madrid: Viuda de A. Gómez.

Huellas de procedimientos constructivos en el claustro de San Jerónimo el Real

Enrique Rabasa Díaz,
Miguel Sobrino González

Por lo que sabemos, los procedimientos y herramientas para la talla de la piedra y para la suspensión y colocación de los sillares no han cambiado mucho desde la antigüedad hasta hace unos ochenta años. Incluso ahora, las herramientas neumáticas siguen golpeando punteros, cinceles y martillinas, y las tenazas modernas no dejan de emplear el mismo principio para suspender pesos. La mal llamada maceta gallega o portuguesa aparece representada en figuraciones medievales europeas, y en su versión de madera la hemos visto incluso en maquetas egipcias.[2]

Hemos tenido oportunidad de visitar el claustro de San Jerónimo el Real —presumiblemente construido a principios del siglo XVII, atribuido a Fray Lorenzo de San Nicolás— antes de su desmontaje, observando de cerca, desde el andamio, sus elementos y su estado general, y también durante el proceso de instalación en la ampliación del Museo del Prado. Hemos comprobado así la forma y apariencia de las piezas exentas y las señales que hablan de los procedimientos originales de talla y colocación.

El claustro es prácticamente cuadrado, de dos pisos y cinco huecos, con doble orden dórico de columnas adosadas, que están más destacadas sobre el paramento en la planta baja y menos en la alta, todo en sillería de granito, con los fustes monolíticos superpuestos a las pilas. Antes del desmontaje los cuatro lienzos presentaban un importante desplome en la parte central, que ha quedado corregido en el montaje. Al parecer también en la parte baja las pilas centrales estaban algo más adelantadas y se han mantenido esas diferencias. Nos inclinamos a pensar que todas las deformaciones sobrevinieron una vez construido el claustro, pero el proceso de desmontaje y recolocación no ha dado información sobre esto. En las nuevas juntas se ha empleado mortero de cal, aunque coloreado en gris, para hacerlo menos notable. Una parte importante del lienzo norte fue restaurado en los años sesenta por José María González Valcárcel, labrando sillares nuevos y trasdosando con hormigón. Encontramos que muchos de los sillares originales presentaban huellas del uso de castañuelas o diablos en el lecho —el superior, pues llamaremos sobrelecho al inferior.

Como es sabido éste es un artilugio empleado ya en la antigüedad, cuya forma de cuña convergente hacia arriba se aloja en un orificio tallado al efecto en la piedra, con el objeto de levantarla. El aparato se despieza en partes, tres por lo común, de manera que es posible introducirlas una a una para después unirlas, con un pasador, a la argolla que cuelga de la cuerda. Al levantar, la cuña, a modo de dovela invertida, no puede salir y eleva el sillar.

En nuestro caso se ven cajas para castañuelas talladas en la piedra. El volumen del hueco es aproximadamente el de un cubo de 9 cm de lado, aunque dos de las cuatro paredes perimetrales están ligeramente inclinadas, de manera que convergen en una recta situada más o menos a 60 cm por encima del plano del lecho. Por otra parte, en el fondo suele aparecer una banda central algo más baja, a modo de ca-

nal, paralela a los planos inclinados, de unos dos centímetros de grueso (fig. 1).

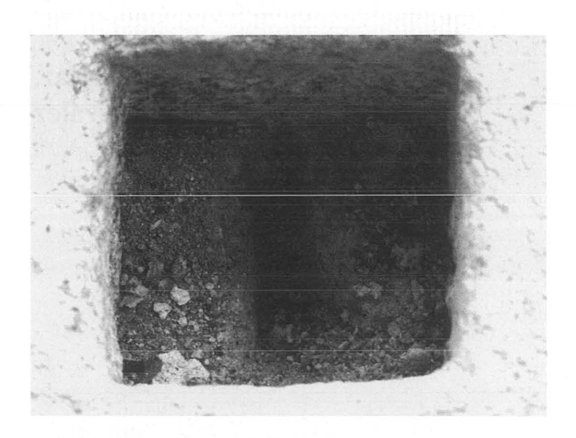


Figura 1
Orificio tallado para recibir las castañuelas

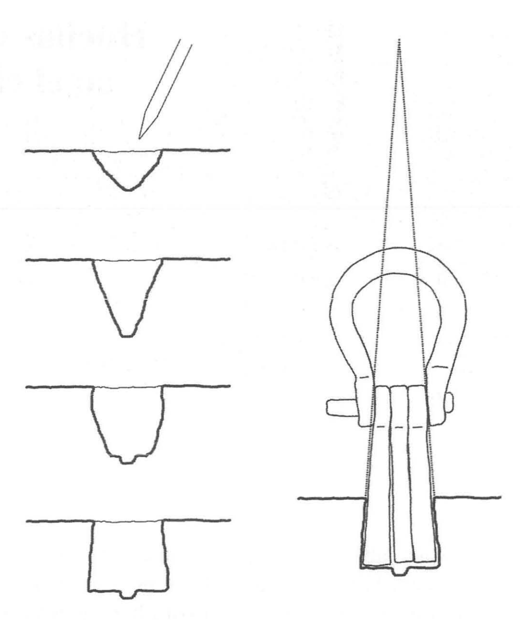


Figura 2
Hipótesis sobre el proceso de talla del orificio que aloja las castañuelas; a la derecha, convergencia de los planos y superposición del perfil de un ejemplar de castañuelas del siglo XVI

La inclinación de las paredes responde evidentemente a la forma de cuña de las castañuelas. A este respecto hay que señalar que la convergencia de los planos inclinados es muy pequeña, lo mínimo necesario para que la cuña ejerza su función.

En cuanto al canal central, es poco probable que responda a la forma o el uso de las castañuelas. La tarea de cavar una caja como la descrita no es cómoda, y aún menos en granito. Suponemos que el canal del fondo es un residuo del proceso de talla (fig. 2). El cantero comenzaría por rebajar, a partir del cuadrado del lecho, tallando dos planos como los inclinados que obtendrá finalmente, pero con la inclinación opuesta; es decir, avanzando en forma de V hacia el interior, quizá alternando el trabajo en uno y otro talud, hasta alcanzar una profundidad suficiente. Entonces ya puede seguir la talla abriendo los planos hasta llegar a la inclinación contraria. Como huella del extremo de la V original quedaría el canal central.

En algunos lechos hemos encontrado trazas de almagre (líneas de óxido de hierro) que dibujan la posición del cuadrado sobre el lecho, y que se han conservado porque se decidió después mover ese punto de sustentación y cavar en otro sitio.

Cuando, como sucede en muchas ocasiones, un sillar es estrecho y alargado, el orificio de las castañuelas está dispuesto de manera que el empuje de la cuña se ejerza en el sentido longitudinal, donde hay más material. En algunas piezas con formas más complicadas, el cuadrado aparece girado a 45º con respecto a las direcciones principales, de manera que siempre se ejerza la presión en el sentido de la mayor dimensión de la pieza, y a la vez sea fácilmente accesible para un operario situado en el ángulo más cercano (fig. 3).

Para la nueva puesta en obra se han empleado pequeñas perforaciones y tacos para atornillar argollas. Es un procedimiento común actualmente, aunque hay que decir que todos los orificios antiguos que hemos visto estaban en perfectas condiciones para ser reutilizados con el sistema original, si se hubiera querido asumir el riesgo de emplear esta técnica perdida. Sólo alguno aparecía relleno de un mortero fácilmente eliminable.

El orificio de las castañuelas se encuentra situado, como es lógico, sobre la vertical del centro de gravedad (fig. 4). Cuando se trata de una dovela de arco, la



Figura 3
Posición girada de las castañuelas

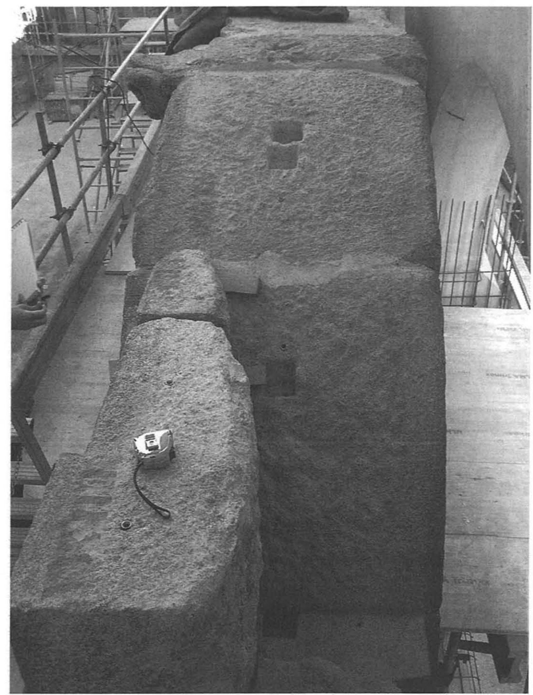


Figura 5
Rectificación de la situación de las castañuelas en una dovel

pieza ya colgaba de las cuerdas con la inclinación que habría de tener una vez colocada. Pero esto no sucede con precisión matemática, sino que es evidente que se estimó a ojo y que en ocasiones se ordenó la corrección (fig. 5).

Aunque este es el sistema más generalizado, en muchas piezas no hay orificio para las castañuelas, y sí unas pequeñas incisiones laterales que evidencian el uso de tenazas. Esto sucede, por ejemplo, en las cornisas de los dos pisos, formadas por piezas que ofrecen una molduración hacia el exterior y una cola simplemente desbastada y progresivamente afinada hacia el interior, con un rebaje para apoyar el piso de madera (fig. 6). En estas piezas el empleo de las tenazas evita el trabajo de talla del orificio —pues para recibir la tenaza basta con una señal poco profun-

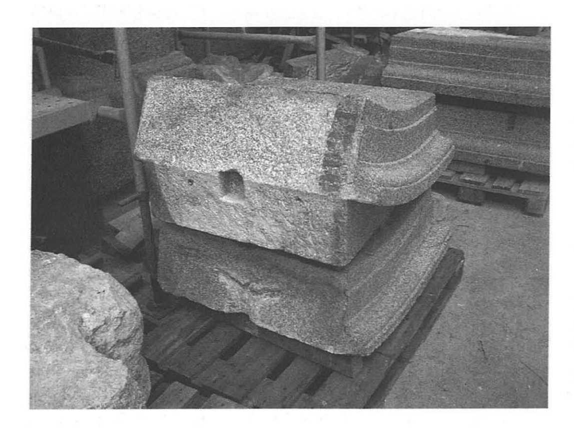


Figura 4
Situación del orificio para las castañuelas en un salmer



Figura 6
Pieza de la cornisa del piso inferior

da— y la marca queda oculta en las juntas entre piezas, lo que no siempre es posible en otros casos.

Con una forma como la que acabamos de describir, no es fácil determinar a ojo la posición del centro de gravedad, requisito que es casi más importante en el caso de las tenazas que en el de las castañuelas. Curiosamente en estas piezas se ha optado por colocar las incisiones francamente desplazadas con respecto al centro de gravedad, hacia el lado de la cola. Se nos hace evidente que la intención es soportar la mayor parte del peso con la tenaza y evitar el giro de la pieza colocando una soga complementaria en los canales de las molduras (fig. 7). La molduración se aprovecha como asidero. La pieza no puede ser colocada directamente en su lugar, sino algo separada de la anterior —pues estorban la tenaza y la cuerda—, para ser después ligeramente desplazada a su posición correcta.

Así ocurre en casi todas las piezas de las hiladas de cornisa mencionadas, excepto en una o dos de la longitud de cada panda. En estos casos singulares no hay señales de tenaza sino de castañuelas. Se trata de la última de las piezas que cierra una serie, ocupando un hueco final, por lo que debía ser introducida necesariamente desde arriba (fig. 8).[3] De estas piezas singulares se deduce que al menos cuatro equipos o cuadrillas trabajarían simultáneamente.



Figura 8
Última pieza de una serie en la cornisa

Figura 7
Hipótesis sobre el modo de suspensión de las piezas de la cornisa

También se han conservado trazados de almagre en las basas y capiteles de los órdenes, y en las bases superior e inferior de los propios fustes de las columnas. Se trata de líneas radiales que dividen la circunferencia en ocho sectores iguales (fig. 9).

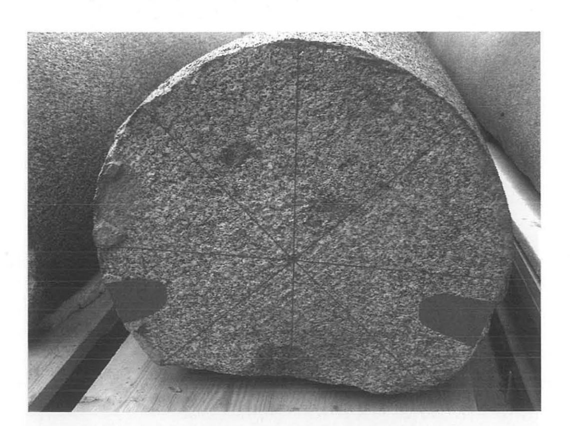


Figura 9
Base del fuste de una columna del piso inferior; sobre la imagen se han destacado las líneas de almagre

Estas líneas guiaban la talla del fuste, procurando una aproximación a la forma final que pasa por la obtención de un prisma de base octogonal y, a partir de él, de un cilindro. Finalmente el cilindro se adelgaza algo más para obtener el éntasis y destacar el collarino. Por si quedaran dudas sobre este proceso, Azconegui (1993) ilustra cómo se ha mantenido esta práctica de manera literal hasta nuestros días. Como podemos ver en una de sus figuras (nuestra figura 10) los radios de almagre llegaban hasta los puntos medios de los lados del octógono —eran apotemas— , porque el trazado más sencillo del octógono consiste en construir dos cuadrados girados 45º, de los cuales las diagonales son los trazos de almagre. Los puntos de encuentro de los radios con los lados del octógono son además una referencia importante durante la labra, pues en el paso del prisma al cilindro permanecerán las líneas longitudinales que unen esos puntos de las dos bases. Estas líneas deben quedar bien definidas en la talla de las caras laterales del prisma, mientras que las aristas no exigen tanta precisión, pues finalmente desaparecerán con el redondeo.

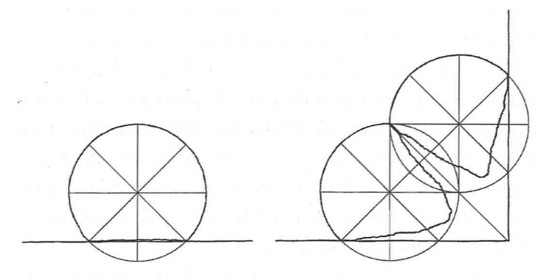


Figura 11
Los trazados que guían el corte y disposición de los fustes de las columnas del piso inferior

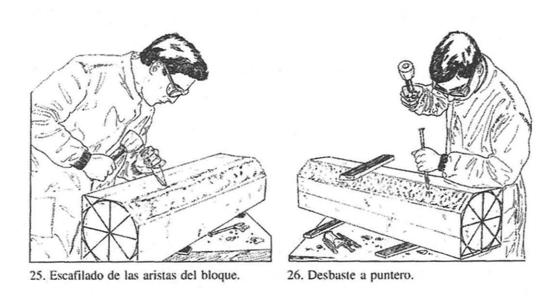


Figura 10
Ilustración del proceso de talla de un fuste en Azconegui (1993)

En las columnas del piso inferior, los trazados en ocho direcciones que hemos encontrado en las bases de los fustes ejercen probablemente otra función. Es habitual en los tratados determinar la medida del empotramiento del fuste en función del radio o el diámetro (el módulo). En este caso se ha cortado el fuste por un plano que pasa precisamente por los puntos de encuentro de dos radios ortogonales con el círculo, como podemos ver en la figura 11. Se muestra también en la figura la disposición de los trazados radiales en el caso del encuentro de dos fustes en el rincón, donde, como

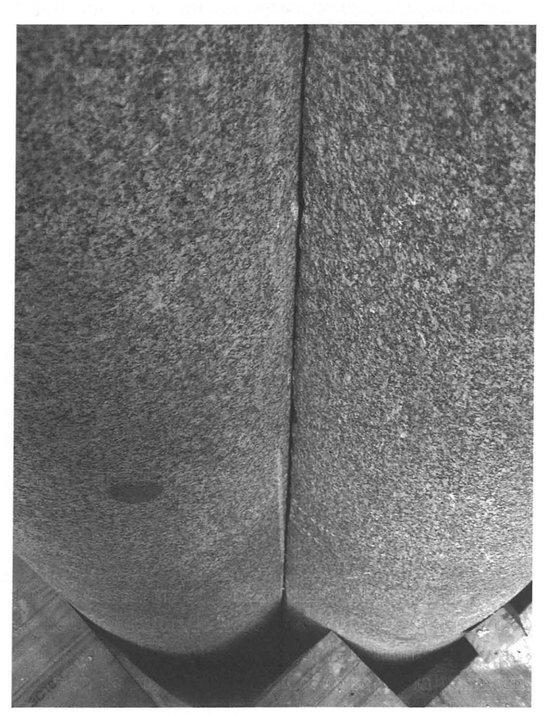


Figura 12
Encuentro de dos fustes en la esquina

vemos, se continúa empleando el mismo trazado para controlar la posición. Es evidente que estos planos de corte aparecerían bien determinados durante todo el proceso de talla basado en el trazado octogonal. La superficie oculta que resulta de este corte en el interior fue trabajada con poco cuidado, a pico y puntero (fig. 14), pero su perímetro es perfecto. La figura 12 muestra el plano del encuentro de dos piezas en rincón.

En el caso de los órdenes del piso superior, que sobresalen algo más de la mitad del diámetro, no hemos encontrado una coincidencia geométrica semejante, pero el plano de corte adoptado sigue siendo, como es lógico, paralelo a uno de los diámetros de almagre, y en consecuencia se refiere de alguna manera al mismo trazado. No hemos visto esta traza en el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás, pero sí la recomendación de una práctica que aparece en los sillares del pilar que trasdosa la columna. Dice Fray Lorenzo, hablando de los zócalos

> todas las juntas que pudieren echarse en el rincón que hace la pilastra, es más político; porque aunque es verdad que una junta buena parece bien, si está bien rematada, con todo eso es mejor que no la tenga, o que no se vea. Y es cierto que las juntas no se pueden excusar, por el peso de las piedras, mas excúsese que no se vean las que pudieren. La junta irá en el rincón en diagonal, y si encima continúan más sillares, cruzará una junta a otra para su mayor firmeza. (San Nicolás 1639, 60)

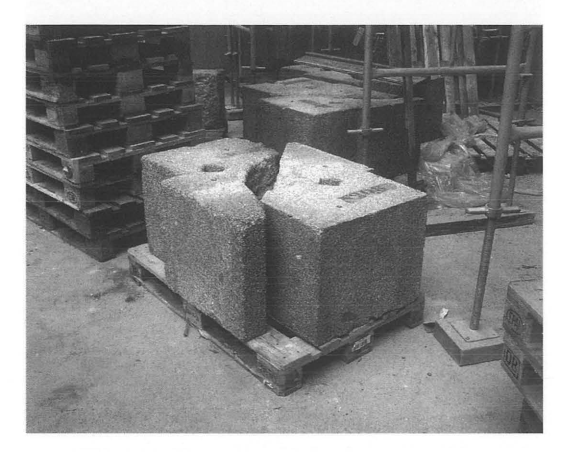


Figura 13
Sillares del pilar, con despiece en diagonal y junta en el rincón

Efectivamente, las juntas van a los rincones y se alternan. Incluimos la cita para ilustrar la figura 13, aunque es cierto que se trata de una práctica de sentido común y no garantiza la autoría.

En estos fustes no hay nunca huellas de castañuelas o de tenazas. Son las únicas piezas en las que ocurre esto. Así pues, estamos seguros de que no se pensó en otros métodos de suspensión, como los tetones provisionales o los canales en las juntas para albergar las cuerdas. Porque en el caso de los fustes, antes que emplear unos salientes provisionales es evidente que se haría uso del collarino.

En efecto, el collarino es un elemento con la forma ideal para suspender el fuste de una cuerda. En este sentido debemos recordar que las molduras de las cornisas probablemente fueron empleadas también para la sustentación de las piezas que las componen, de la manera que hemos explicado; y añadir que las impostas de los arcos de ambos pisos necesariamente serían la base de apoyo de sus cimbras, ya que, incluso en el montaje actual han sido aprovechadas de esa manera. En todos estos casos, la molduración clásica es plenamente funcional.

Las parejas de fustes de las esquinas presentaban un orificio en la parte superior destinado a alojar grapas de hierro, que en la reconstrucción han sido sustituidas por otras semejantes de bronce. Su mayor esbeltez real justificaba esta sujeción suplementaria.

Además, casi todos los fustes presentaban unas incisiones en el borde de la base inferior (lo vimos en la figura 9). No están diametralmente opuestas, sino que aparecen situadas más bien hacia atrás, hacia el lado del plano de corte. La opinión generalizada entre quienes las han visto era que sirvieron para introducir palancas o cuñas. Hay otras semejantes, en los sillares de las pilas del piso superior, y en ese caso la explicación de la palanca parece muy adecuada, hasta el extremo de que, como hemos comprobado, la palanca moderna se aloja en ellas a la perfección. Sin embargo pensamos que podrían servir además para controlar el movimiento de la esbelta piedra cuando estaba colgada del collarino y dispuesta a ocupar su sitio. En efecto, un fuste de esas dimensiones colgado de la parte superior oscilaría incómodamente al moverse la grúa que lo sostiene. El movimiento puede ser controlado por sogas atadas en la parte baja, pero sería más fácil pasar simplemente una cuerda por las incisiones mencionadas; también se controla-

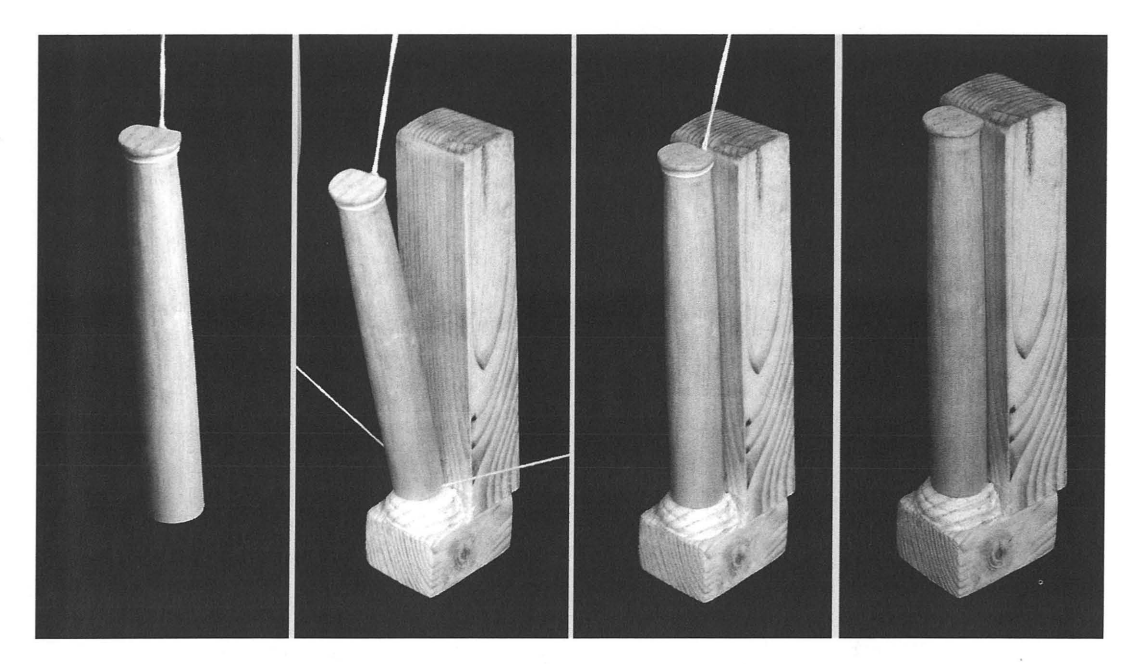


Figura 14

ría así la inclinación del fuste y se dirigiría hacia su apoyo.[4] Las imágenes que ofrecemos con un modelo a escala muestran cómo podría disponerse un fuste en su lugar (fig. 14).[5]

Los arcos presentan cinco dovelas, cuatro largas con molduras y una de clave con decoración escultórica. Las dimensiones de las largas no son siempre exactamente iguales. Como las claves debían llevar una medida precisa, los errores derivados del grosor de las juntas se corrigieron en las piezas contiguas a la clave, que fueron cortadas o retocadas a la medida para cerrar correctamente el arco.

Hay además orificios en la parte trasera de la cornisa inferior, destinados a recibir el piso de madera (fig. 6), y también otros pequeños sobre la cornisa superior, quizá para encajar algún durmiente de remate de la cubierta. Otras huellas delatan la existencia en algún momento de carpintería en los huecos.

En cuanto a la talla, hemos encontrado huellas de pico y puntero en las zonas simplemente desbastadas, y de trinchante (fig. 15) o hacha en los paramentos vistos. Incluso las molduras cóncavas y convexas presentan huellas de trinchante, en ese caso dispuestas en el sentido longitudinal.

NOTAS

1. Agradecemos al Instituto del Patrimonio Histórico y en especial a Concha Cirujano, las facilidades proporcionadas para la visita de la obra.
2. Bessac (1986 [1993]) es un compendio bastante completo sobre el uso histórico de las herramientas, aun-

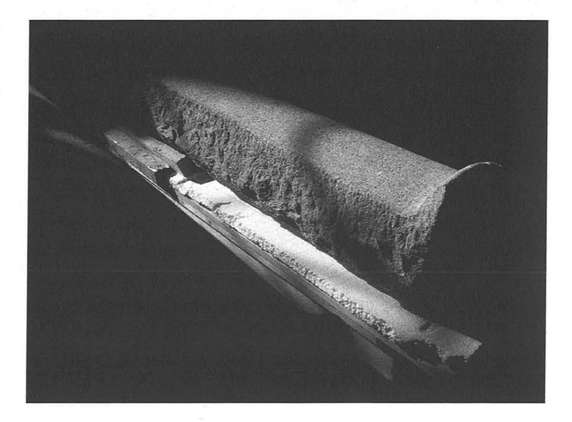


Figura 15
Huellas de pico y trinchante

que no incluye los métodos de suspensión o colocación.

3. Nos ofreció esta interpretación el maestro cantero D. Santiago Pérez mientras colocaba estas piezas.
4. En otras obras el enlace se refuerza con un macho en la base del fuste que se aloja en un orificio de la basa. Este apéndice serviría también para controlar el movimiento y dirigir adecuadamente el monolito mientras cuelga de las poleas.
5. Agradecemos a Rafael Benito su colaboración en la realización de la maqueta.

LISTA DE REFERENCIAS

Azconegui, Francisco, y Agustín Castellanos. 1993. *Guía práctica de la cantería.* León: Escuela Taller de Restauración.

Bessac, Jean-Claude. 1993. *L'Outillage traditionnel du tailleur de pierre.* París: CNRS.

San Nicolás, Fray Laurencio de. 1639 (2ª parte 1664). *Arte y uso de arquitectura.* Madrid.

Construcción de una bóveda de crucería en el Centro de los Oficios de León

Enrique Rabasa Díaz

Esta experiencia se ha desarrollado como parte de la elaboración de un libro dedicado a la práctica de la estereotomía. El Centro de los Oficios de León ha publicado varios títulos, como es conocido, para los que se sigue siempre el mismo esquema: en un reportaje fotográfico se registra el trabajo real de ejecución artesanal de elementos constructivos, y, a partir de las fotografías, un equipo de dibujantes obtiene dibujos a línea que, acompañados por un texto, explican claramente el proceso. Hace unos cinco años el entonces director Francisco Azcónegui me propuso llevar a cabo uno dedicado a la estereotomía, que ahora está ya casi a punto para ser publicado. Se han ejecutado algunos tipos de arcos y bóvedas representativos de los problemas teóricos y prácticos más característicos del corte de piedras. En el trabajo de coordinación con los canteros ha sido indispensable la colaboración de Agustín Castellanos, quien transmitía de forma cotidiana mis dibujos y explicaciones, ha trabajado en la maquetación del libro y la elaboración de algunos dibujos, y ha hecho las fotografías que aquí vemos. El trabajo de labra ha sido desarrollado por los alumnos del Centro bajo la dirección del monitor Carlos Rodríguez.

Ofrecemos aquí algunas imágenes generales, especialmente del montaje, remitiendo a los interesados en el detalle de la traza y la talla a la futura publicación. La bóveda ha sido montada en la sede actual del Centro, uno de los claustros de San Isidoro de León, aunque se prevé su traslado. De hecho se ha buscado facilitar su instalación en otros lugares, diseñando un andamiaje fácil de recoger y empleando yeso en la colocación de las piezas.

Se eligió una bóveda de crucería estrellada con terceletes y cinco claves, que es un modelo relativamente frecuente y sencillo, y que aparece en casi todos los tratados impresos o manuscritos que, ya en la edad moderna, se han preocupado por el tema. El más antiguo de entre estos tratadistas es Hernán Ruiz (1558), que incluye en su manuscrito un esquema para una bóveda de este tipo, muy simple, como corresponde a la traza gótica. Si bien la planta construida es idéntica a ésta, para hacer más general el modelo no hemos seguido estrictamente el diseño de los nervios de Hernán Ruiz.[1]

En un principio se pensó en disponer contrafuertes como los que aparecen el la figura, indicando de manera muy didáctica la necesidad de contrarrestar el empuje, pero finalmente fueron sustituidos por tirantes perimetrales, pues añadían un coste sin correspondencia con su utilidad de cara a la experiencia, y ocupaban espacio.

Se trazó la planta, como en el dibujo de Hernán Ruiz y en tantos otros, dirigiendo los terceletes hacia los puntos de intersección de la circunferencia circunscrita con los ejes del cuadrado. De esa manera la proyección del tercelete es bisectriz del ángulo entre el nervio ojivo o diagonal y el arco de cabeza. El cuadrado interior tiene tres metros de lado, luz libre de los arcos perimetrales. Con estas dimensiones la bóveda no es demasiado grande, pero alcanza a las que podemos encontrar en los claustros.

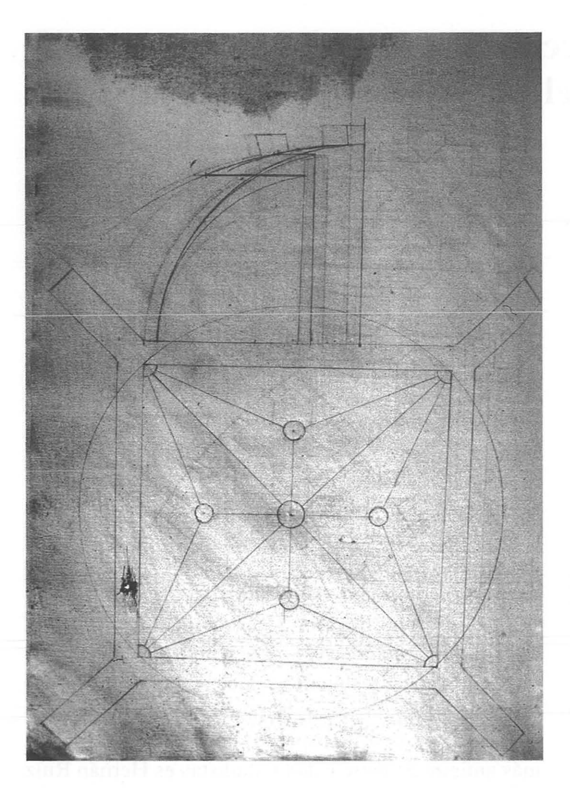


Figura 1
Traza de una bóveda de crucería en el cuaderno de Hernán Ruiz (1558).

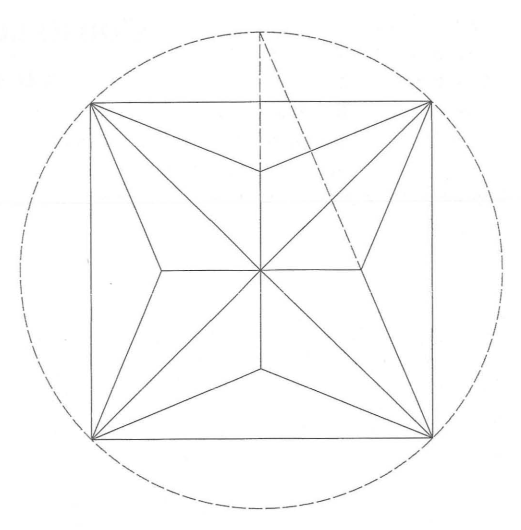


Figura 2
Esquema habitual para el trazado de los terceletes.

Procurando reproducir los detalles y procedimientos que conocemos acerca de la construcción de bóvedas de crucería góticas,[2] comenzamos por diseñar los perfiles de los nervios. Aunque no hay estudios muy sistemáticos al respecto –probablemente por la dificultad de la observación-, podemos decir que los nervios góticos quedan a veces inscritos en un rectángulo, en especial si son gruesos, como suele suceder con los perpiaños, y en el resto de los casos suelen presentar un estrechamiento desde el extradós al intradós, quedando éste reducido a una quilla, con frecuencia en forma de baquetón. También hemos observado que, en este último caso, aunque hay muchas posibilidades, abunda la disposición de molduras según el ritmo convexo-cóncavo-convexo-cóncavo-convexo, de manera que, además del baquetón central, se disponen otros dos rollos laterales. Suponemos que éstos pueden facilitar la manipulación, sirviendo de lugar de agarre de la pieza con las manos, o bien con tenazas.

Los perfiles se han diseñado con diversos cantos según el oficio del nervio, terceletes y ligaduras menores que los ojivos y éstos que los del perímetro. En cuanto a esto, en un primer momento quisimos seguir las conocidas recomendaciones de Rodrigo Gil de Hontañón (García [1681] 1990), quien establece el canto de cada uno en relación a la luz de la bóveda, pero la aplicación de esas proporciones daba lugar a unos nervios muy esbeltos para una bóveda de este tamaño. No parecía que el escaso canto obtenido pudiera representar un problema estático, pero la ejecución de las molduras a tan reducido tamaño era ridícula, y, de seguir las recomendaciones de Rodrigo Gil, la apariencia final se habría acercado más a una maqueta de bóveda grande que a un modelo de bóveda mediana o pequeña. No nos ha cabido duda de que las proporciones de Rodrigo Gil se pensaron para las bóvedas de una nave amplia, pero no valen para tamaños más modestos.

En cuanto a la geometría y la talla, los puntos problemáticos de una bóveda de crucería son los enjarjes y las claves, es decir, aquellos lugares en los que se reúnen los nervios. El resto -si descontamos la plementería, que no es un problema propiamente estereotómico- son simples dovelas que conforman

unos nervios que siguen arcos de circunferencia. Es decir, no contienen problemas de traza ni de talla. Sin embargo, se ha hecho evidente que la ejecución de las molduras de estas dovelas, en una longitud total de 30 metros (contando las diversas variantes de arcos, pero sólo en sus tramos compuestos realmente de dovelas), representa un trabajo de labra notable y monótono.

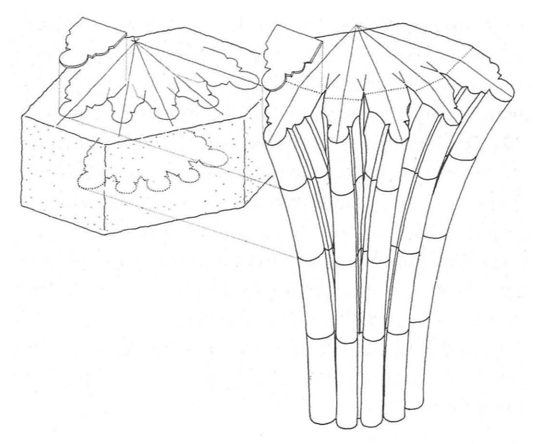


Figura 4
Procedimiento general de labra de una pieza del enjarje.

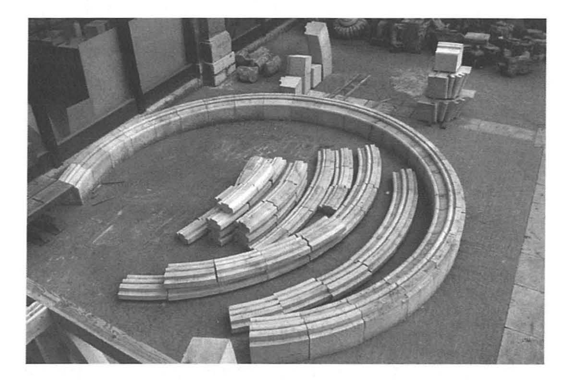


Figura 3
Las dovelas de los nervios.

El enjarje se ha realizado según los métodos convencionales, es decir, determinando con los perfiles de los nervios las líneas perimetrales de los lechos superior e inferior, y labrando la zona exterior moldurada a sentimiento, de manera que una las dos secciones horizontales (figura 4). Es decir, el cantero debía observar cuándo una moldura está en un lecho pero no en el siguiente, para hacerla desaparecer entre ellos. En cuanto a esto no ha habido problema, aunque es cierto que disponíamos de modelados infográficos que mostraban la forma a obtener, lo que evidentemente no estaba al alcance del constructor gótico.

Para la comprobación de las formas molduradas los tallistas han empleado cerchas o reglas curvadas. Cada nervio presenta una curvatura y exige una cercha distinta. Pero además, no es igual la curvatura de la línea de intradós que la de otras líneas más alejadas del centro del arco (laterales o más traseras). La experiencia ha demostrado que es suficiente emplear una curva para cada baquetón: si bien esta curva sólo podría coincidir con el baquetón en un lugar (en el caso de la quilla, por ejemplo, justamente sobre el plano de simetría de la dovela), su aplicación en toda la redondez no ha dado lugar a errores graves.

Además, los canteros han utilizado pequeñas contraplantillas para comprobar la correcta convexidad de los baquetones. Habiendo visto de cerca algunas bóvedas de crucería, estoy persuadido de que los constructores góticos no extremaban la precisión hasta ese punto. De hecho en las viejas bóvedas hay algo de vibración producida por las imperfecciones y licencias en la labra y por las deformaciones sufridas a lo largo del tiempo. Hubiera sido ridículo obligar a los alumnos de una escuela taller a reproducir defectos; pero, como consecuencia, por su perfección y limpieza, ha resultado finalmente una bóveda de textura algo más cercana a las decimonónicas que a las más antiguas.

Para el diseño del enjarje se ha buscado con rigor la altura mínima necesaria para garantizar que los nervios ya están claramente separados unos de otros. Ya Viollet-le-Duc ([1859] 1996) se ocupó de este tema en un caso sencillo,[3] empleando métodos propios de la geometría descriptiva, pero hemos aprovechado la ocasión para estudiarlo de manera más general. Sólo como apunte señalaremos que no basta con garantizar que, a la altura escogida, la sección o perfil de cada nervio está desgajado del resto, sino también que su perfil no queda parcialmente encima

de alguna parte de otro nervio; en la figura 5, es la diferencia entre las soluciones a, cortada a la altura 1, donde en apariencia quedan ya separados, y b, cortada a la altura 2 (estando 1 y 2 sobre la misma vertical). Es decir, no es probable que el constructor gótico buscara la solución estricta, como nosotros hemos hecho, y seguramente se daría por contento adoptando para la altura del enjarje una superior a la estricta, estimada intuitivamente -lo que no es demasiado difícil, especialmente teniendo en cuenta que el error en esto es subsanable sobre la marcha-.

Para dar mayor altura y realce a la bóveda se han añadido dos piezas bajo el enjarje que corresponderían ya propiamente al pilar.

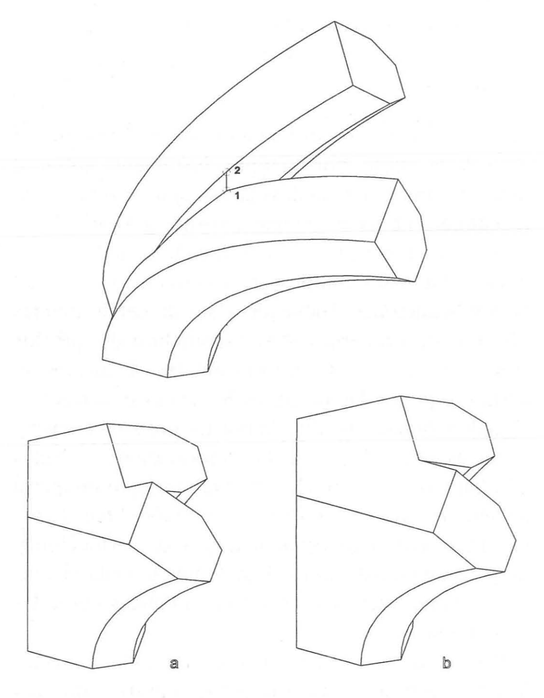


Figura 5
Altura que garantiza la separación de los nervios.

Para la ejecución de las claves se ha seguido también el método que he explicado en otros lugares (figura 6).

En el proceso de trazado de la clave central sobrevino ya una condición que no habíamos previsto. A

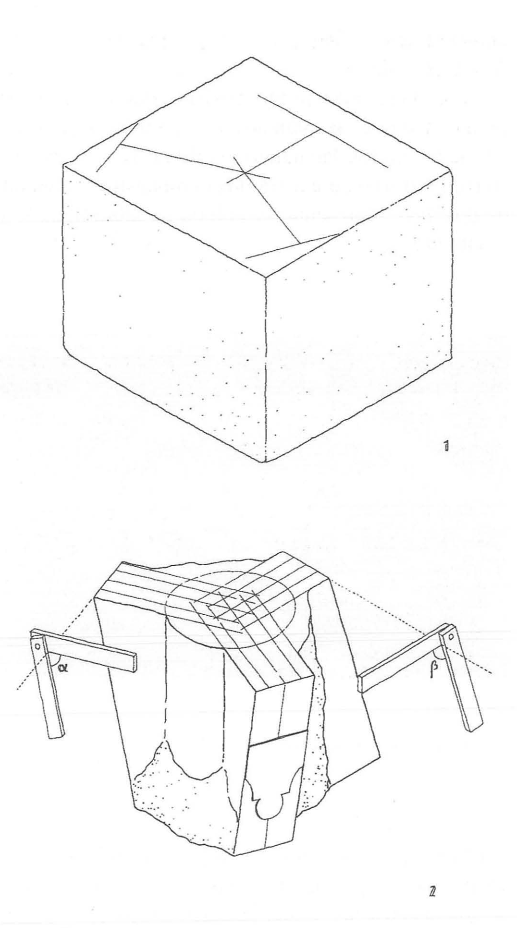


Figura 6
Procedimiento general de labra de una clave.

ella llegaban, según las decisiones tomadas inicialmente, nervios con cantos diversos. La línea relevante, en el diseño de los nervios, es el intradós, la línea común a la cimbra y el arco, y la responsable, visualmente, de la apariencia del conjunto. Nosotros hemos detallado el desarrollo de todos los arcos con su canto completo, incluso su despiece en dovelas, pero esto no debió de ser frecuente históricamente. Muchos de los trazados que conocemos presentan sólo una línea. Al coincidir nervios de cantos diversos en una clave, conviene que sus niveles se igualen en el trasdós, y no en el intradós, para evitar cambios bruscos en la plementería que sobre ellos se apoya. Si en todo el resto del trazado tenemos en

consideración el intradós, hay que prever esa pequeña diferencia.

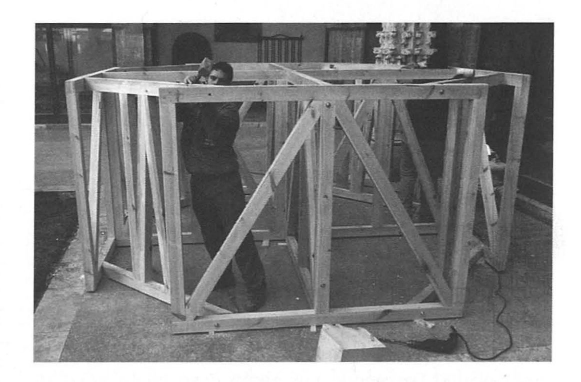
Como las dovelas presentan una cola en el trasdós, para el apoyo de las hiladas de la plementería, las calles laterales que la flanquean llegan hasta la clave y pueden rodearla, o no. Hemos tomado la primera opción.

Las claves se tallaron a partir de la superficie horizontal que finalmente queda en la parte superior. Con frecuencia esta superficie contiene, acabada la pieza, el círculo del cilindro y las acometidas de los nervios. Lo podemos ver en el trasdós de algunas bóvedas cuando la clave emerge de la capa de mortero de cal que cubre la superficie. En nuestro caso se ha recortado esa esquina.

Figura 7
La superficie horizontal de trabajo que recomienda Rodrigo Gil (García [1681] 1990).

Para el montaje hemos seguido las instrucciones de Rodrigo Gil (García [1681] 1990). Se ha establecido una superficie horizontal de tableros aglomerados (la «bien cuajada de tablones» del texto de Hontañón, figura 7), justamente donde termina el enjarje y comienza el recorrido independiente de los nervios. Sobre ella se ha situado la proyección de las claves. Se han colocado pies derechos de madera con la altura adecuada, con una zapata de remate, para posar las claves. Y entre las claves cimbras para colocar las dovelas de los nervios (figura 14).





Figuras 8 y 9
Montaje de la estructura para establecer la plataforma.

La plataforma se ha montado sobre un andamiaje compuesto de piezas planas fácilmente desmontable, para posibilitar la construcción de la bóveda en otro lugar.

Como hemos explicado, el enjarje se diseñó con la altura mínima estrictamente necesaria para garantizar

que todos los perfiles quedan ya separados. Por eso tiene más relevancia observar que el conjunto del enjarje ha presentado un centro de gravedad cuya vertical casi sale de la base. Naturalmente, la plataforma horizontal y la estructura que la sostiene, bastaron para ofrecer ese apoyo y evitar ese vuelco en los primeros momentos del montaje.

La pieza superior del enjarje, la que ya dispone los lechos de las dovelas con su tirantez hacia el centro del arco, fue levantada con el auxilio de castañuelas, para ilustrar este viejo procedimiento.

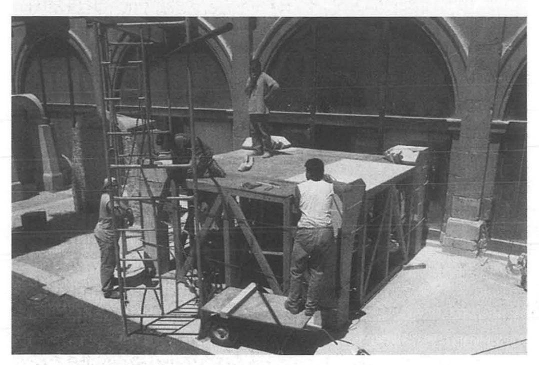
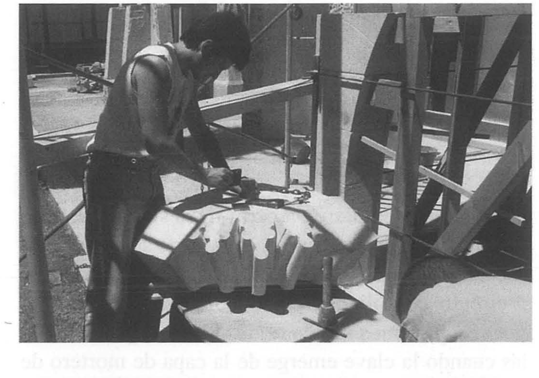


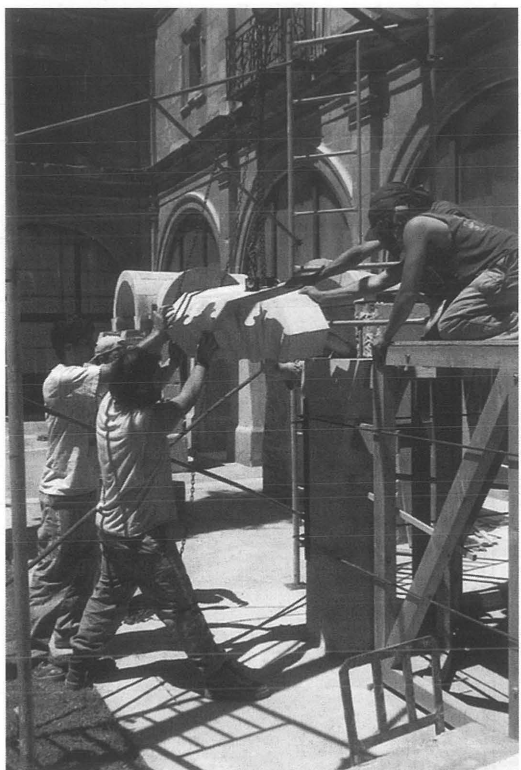
Figura 10
La plataforma establecida donde termina el enjarje.

Sobre las cimbras de los nervios no teníamos ningún dato. Como los perfiles se diseñaron con forma de quilla y baquetones laterales, resultaba lógico establecer dos tableros paralelos, enlazados rígidamente con tacos que mantienen su separación, para encajar entre ellos las dovelas. Luego he podido comprobar que esta solución ha sido adoptada ya con anterioridad (se puede ver algún caso en López Collado 1976), y, aunque no con tableros cortados con la perfección y el espesor de los actuales, es posible que la construcción tardogótica siguiera un sistema semejante.

Estas cimbras eran suficientes para asegurar la verticalidad de los pies derechos, pero en una bóveda mayor seguramente sería necesario asegurarlos con apeos.

En las imágenes se puede ver el proceso de montaje. Con las dimensiones adoptadas, los nervios dejaban espacios para la plementería bastante angostos, pero eso ocurriría también en las bóvedas mayores que estuvieran cuajadas de nervaduras y claves.





Figuras 11 y 12
Colocación de una pieza del enjarje con ayuda de las castañuelas.

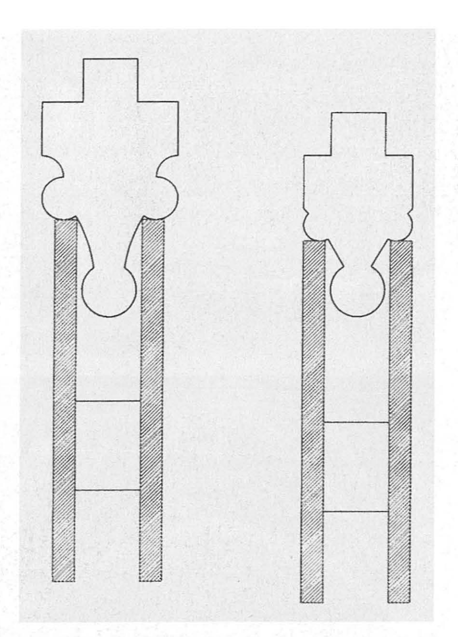
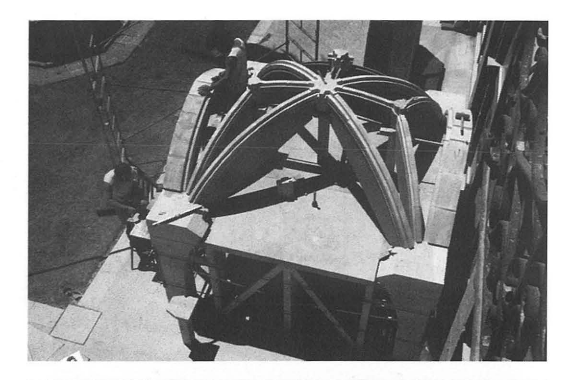
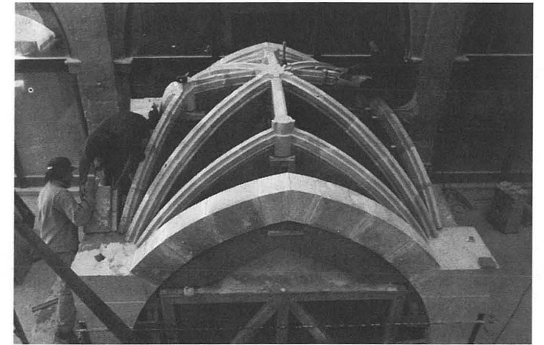
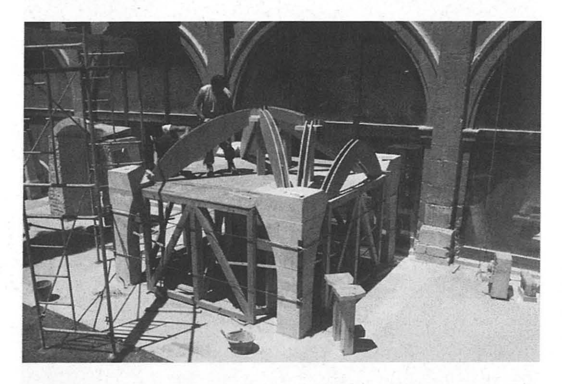
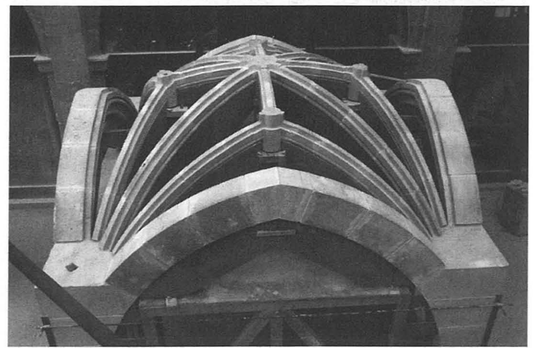


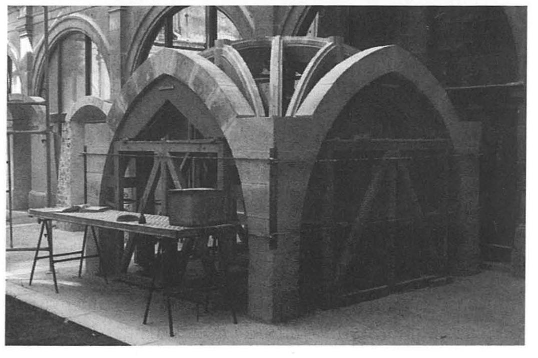
Figura 13
Perfiles de los nervios sobre las cerchas.







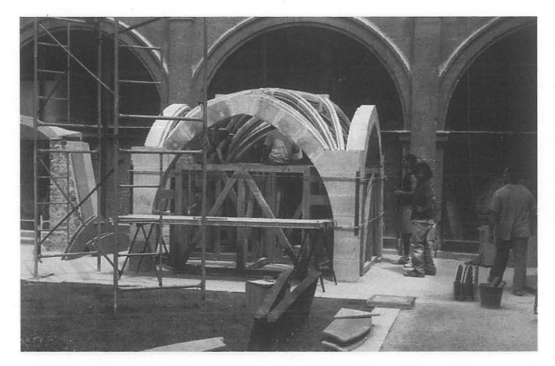




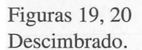
Figuras 14, 15, 16, 17, 18
Proceso de montaje.

Para descimbrar se retiraron las cuñas de las cerchas, procurando simultanear los ojivos y las parejas opuestas de cumbreras. No se observó ningún movimiento ni crujido, aunque los tirantes quedaron algo más tensos.

Aún no se ha ejecutado la plementería, para la que se había previsto reproducir las explicaciones del





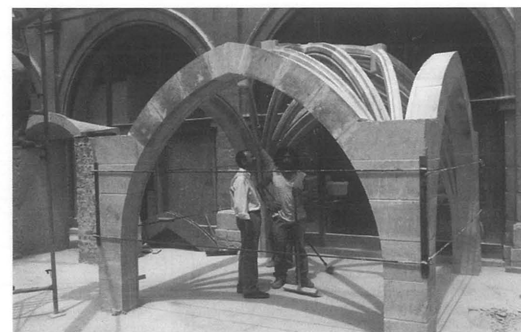


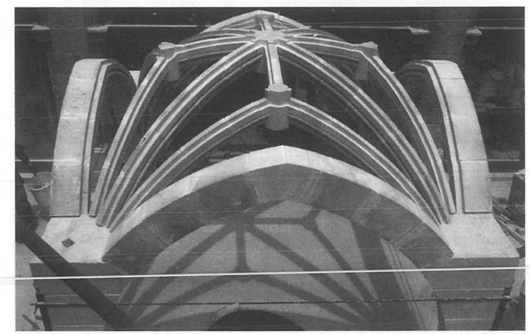
Figuras 19, 20
Descimbrado.

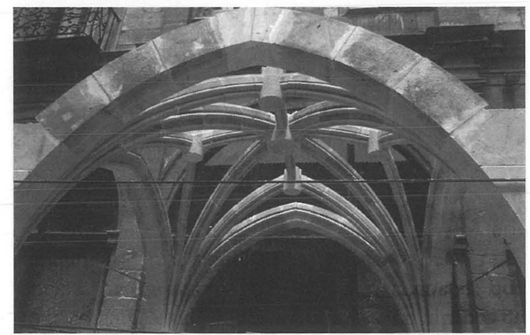
manuscrito del mallorquín Gelabert ([1653] 1977). Este texto, que he traducido al castellano con la ayuda del profesor Ramón Garriga y se publicará también próximamente en edición crítica, es el único que explica cómo se hace la plementería, aunque es cierto que se trata de una plementería de lajas enterizas de piedra, tardía y de tradición local.

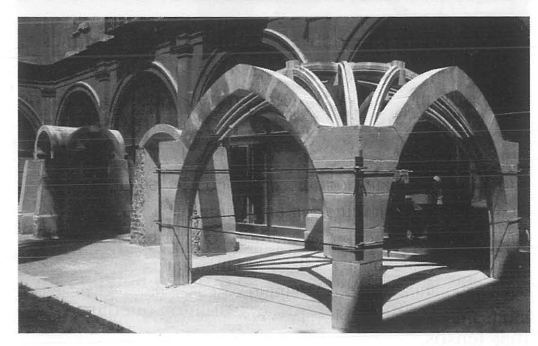
NOTAS

1. Agradezco al Profesor Santiago Huerta sus comentarios sobre la estabilidad.
2. En cuanto a esto me remito a Rabasa (2000) y (1996), donde se explica de manera general. La experiencia ha demostrado que al menos esos procedimientos son posibles y razonables.
3. Véase la figura 48 bis de Viollet-le-Duc ([1859] 1996), es decir, de la voz «Construction» del *Dictionnaire raisonnée*.









Figuras 21, 22, 23, 24
La nervadura terminada.

Lista de referencias

García, Simón. [1681] 1990. *Compendio de arquitectura y simetría de los templos...* (facsímil de manuscrito). Valladolid: COAV. 1990.

Gelabert, Joseph. [1653] 1977. *De l'art de picapedrer*. (facsímil de manuscrito) Palma de Mallorca: Diputación.

López Collado, Gabriel. 1976. *Las ruinas en construcciones antiguas*. Madrid: MOPU.

Rabasa, Enrique. 1996. «Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI». En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 423–433. Madrid. Instituto Juan de Herrera.

Rabasa, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra: de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Ruiz, Hernán. 1558–60. *Arquitectura*. Manuscrito conservado en la Biblioteca de la ETS de Arquitectura de Madrid.

Viollet-le-Duc. [1859] 1996. *La Construcción medieval*. Editado por E. Rabasa y S. Huerta. Madrid: Juan de Herrera, CEHOPU.

El nuevo Ctesiphonte. Catenaria invertida en la década de los 50

Pablo Rabasco Pozuelo

A comienzo de la década de los 50 aparece en el panorama de la arquitectura española una tendencia que trata de buscar nuevas tipologías que solucionen problemas puntuales y específicos. Problemas que parecían concentrarse en el diseño y planificación de viviendas de carácter social. El proceso, que busca adaptar las poco comprensibles pretensiones políticas a las condiciones tecnológicas desarrollables en la España recién salida del período de autarquía, es quizás el ejemplo más claro de un período donde la arquitectura dirigida e impuesta choca con sus propias pretensiones, convirtiendo el resultado en una suerte de intentos que se sitúan en el mismo límite de la arquitectura habitable.[1]

Entre estas nuevas formas llama especialmente la atención la presencia de la tipología Ctesiphonte, una forma que fue aplicada de manera ciertamente sorprendente a edificios con finalidades tan dispares como la industrial, la vivienda o la religiosa, en una concentración de funciones que marcaron realmente un ejemplo sin precedentes en la historia de nuestra arquitectura (Rabasco 2004). Lo más destacable no es sin embargo que una tipología adopte funciones tan distintas, sino el hecho de resumir y acoger en una sola forma tendencias tipológicas que parecían inamovibles tanto en su aspecto cultural como político.

La construcción tipo Ctesiphonte se desarrolla en España entre 1950 y 1955, en proyectos de arquitectos como Alejandro de la Sota, Carlos de Miguel, José L. Picardo, Fernando Moreno Barberá o Rafael de La-Hoz. Tras este breve período de cinco años, tiempo donde parece extenderse en un afán experimental sin precedentes, desaparece y no vuelve a desarrollarse, al menos de la misma manera (fig. 1).



Revista Nacional de Arquitectura

AÑO XIII MARZO 1953 NÚM. 135

DIRECTOR: Carlos de Miguel, Arquitecto

ORGANO OFICIAL DEL CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS DE ARQUITECTOS DE ESPAÑA

SUMARIO

Casa de rentas elevadas en Madrid. ● Secundino Zuazo, arquitecto.
Murallas romanas en Barcelona. ● Adolfo Florensa, arquitecto.
Exposición de Fernando Cavestany. ● José Luis Fernández del Amo, arquitecto.
Viviendas ultrabaratas en Córdoba. ● Rafael de la Hoz y José M. G. de Paredes, arquitectos.
Viviendas de pescadores en el Perellonet (Valencia). ● Carlos de Miguel, arquitecto.
Pabellón de exposiciones. ● Luciano Baldessari, arquitecto.
Concurso de una imagen a San Isidro.
Decoración mural. ● Luis Laorga, arquitecto.
Sesiones de Crítica de Arquitectura. ● Fernando Chueca, arquitecto.

Editado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Cuesta de Santo Domingo, 3

SUSCRIPCIONES:

Figura 1

El desarrollo de esta forma de catenaria invertida y la adopción del nombre de Ctesiphonte por la cual la conocemos, parte del conocido arco que marca la entrada al palacio que lleva este mismo nombre, sede de la capital de los imperios parto (170 a 226 d. C.) y persa (226 a 650 d. C.).

El palacio se encuentra en Salman Pak, en las cercanías de la ciudad de Bagdad, y su curiosa forma y enormes proporciones hicieron que pasará a la historia de la arquitectura como el arco construido con ladrillo que alcanza mayores proporciones. Su forma de catenaria se describe a partir de una amplia base con siete metros de sección que va disminuyendo de grosor según va adquiriendo altura, hasta presentar en su punto más alto una mínima anchura dando como resultado la sensación de fragilidad que sugiere su imagen. A pesar de esta sensación y los pequeños ladrillos utilizados, se ha mostrado con el paso de los siglos como una estructura sumamente robusta (fig. 2).[2]

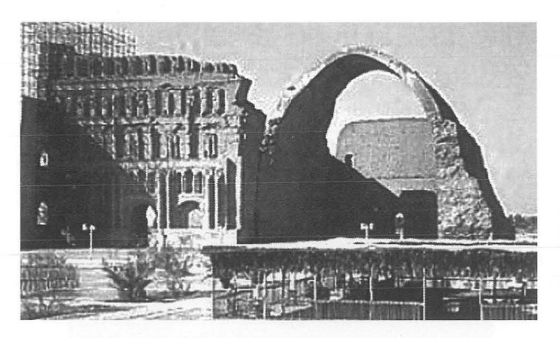


Figura 2

Esta tipología se ve continuada en el tiempo, y parte de tradiciones y usos indígenas sin registrarse influencias o modelos extranjeros directos en esta región. En edificios como la iglesia de Ctesiphonte, construida sobre el 600, vemos igualmente un desarrollo de esta forma donde desde la parte posterior del templo arranca una catenaria que conforma el espacio (Krautheimer 1993, 350–351) (fig. 3). Los materiales son los mismos que observamos en toda la zona, básicamente ladrillo a causa de la falta de piedra y los abundantes yacimientos de arcilla.

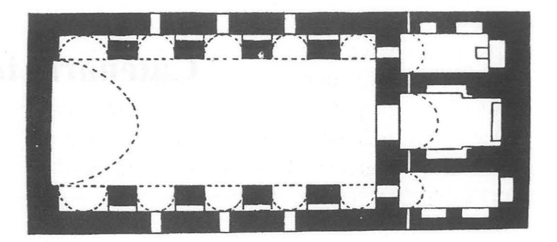


Figura 3

El estudio y desarrollo de la catenaria como elemento arquitectónico ya en la época contemporánea aparece fuertemente unido a la obra y las investigaciones de Gaudí. Estas formas las vemos aplicadas en obras como la desaparecida cascada de la Casa Vicens, en la Casa Milá, en el Colegio de las Teresianas, en la Sagrada Familia, en la Finca Güell, el Palau Güell, en Bellesguard o en la Sagrada Familia. Pero su uso se vuelve especialmente trascendente y rotundo en la bohardilla de la Casa Batlló, a base de un sistema de repetición de arcadas en catenaria realizadas en ladrillo (fig. 4).

Pero como bien ha señalado Joseph Gómez-Serrano, Gaudí no desarrolló por si solo las aplicaciones

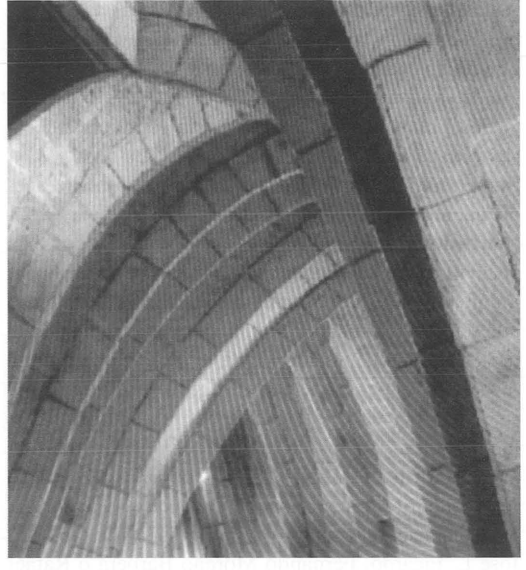


Figura 4

arquitectónicas de esta forma, algunos estudios venían profundizando en este sentido durante todo el siglo XIX.[3] Autores como Gabriel Lamé, Poncelet, Kart Culman, Luigi Cremona, Scheffler o Carl Ritter habían dejado toda una serie de estudios a los que el propio Gaudí llegaría a través del conocimiento de la obra de Scheffler (Gómez-Serrano 2002).

Igualmente, hemos de tener en cuenta la aplicación de esta forma por parte de Robert Maillart en muchas de sus obras, y especialmente en la influencia que tuvo en Félix Candela, autor que desarrolla estas mismas formas en la década de los 50:

> Le conocí en Space, Time and Architecture de Giedion, y conseguí después el libro de Max Hill, con su inestimable colección de ensayos publicados por Maillart. Devoré sus atículos «Diseño y Cálculo del Hormigón Armado», en el que diferencia claramente el significado de ambos términos tratando de evitar la, más que semántica, confusión que prevalece, sobre todo en los países de habla inglesa, entre diseño y cálculo; «El Ingeniero y las Autoridades», que expresa su posición respecto al establecimiento, y «Masa y Calidad en las Estructuras de Hormigón Armado» (Candela 1985).

El hecho es que en torno a ese año de 1950 se da en España la estructura de catenaria invertida como definidora del espacio. Rafael de la Hoz trata de rastrear esta tipología y afirma que su primera aplicación se produce al Sur de Inglaterra pocas semanas antes del día D, como construcción destinada a albergar al gran número de tropas allí concentrado (De La Hoz 1953, 14–20) (fig. 5).[4] Al terminar la Guerra se siguió experimentando con este nuevo sistema; «Posteriormente, a la terminación de la guerra, se construyó por el ministerio de Obras Públicas de la Gran Bretaña, en el campo de pruebas del norte de Londres, un edificio Ctesiphon de 18,3 m. de luz por 61 m. de longitud» (De La Hoz 1953, 17).[5]

Ciertamente la tipología la desarrolla el ejército norteamericano en estas circunstancias y la utiliza tanto como edificio de almacenamiento, como vivienda de altos cargos militares (Davis, 1980). Pero ya se habían producido algunos ejemplos de esta forma como elemento único estructural que define el espacio, en construcciones de tipo industrial como los Hangares en Orly de Eugene Freyssinet, realizados entre 1916 y 1924 (Candela 1985, 101) (fig. 6).[6] Igualmente lo aplica en estructuras abiertas como en el Tonneins Bridge, realizado entre 1919–22 (Fernández y Guyon y Rui-Wamba 2003). De la misma manera, otra obra muy interesante en este mismo sentido es Les Halles Centrales de Boulinguin en Reims, obra firmada por el arquitecto Emile Maigrot en 1927–28 bajo las propuestas del propio Freyssinet (fig. 7).

Este sistema de membrana continua, nace en sus primeros momentos con un concepto mixto, aplicable tanto a vivienda como a almacén aunque, cuando concluye el conflicto se potencia su uso industrial, hasta que se rescata la posibilidad de vivienda en circunstancias también extremas como las que se daban en la España de los 50.[7]

El paso que se torna como más interesante para el desarrollo de esta tipología nace en el momento en que, esta forma se considera como elemento suficientemente despegado de la semántica del ingeniero como para definir conceptos tan importantes para la

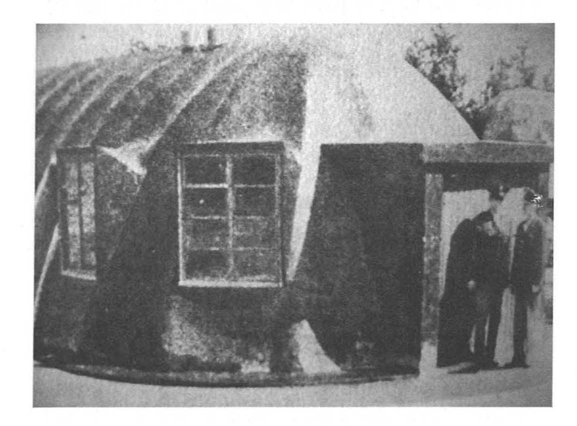


Figura 5

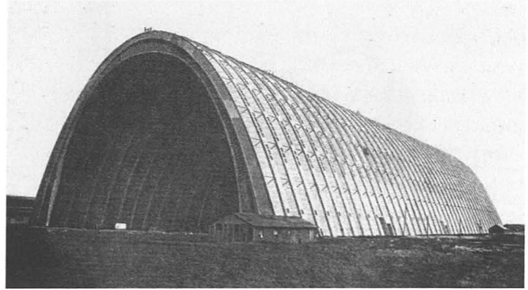


Figura 6

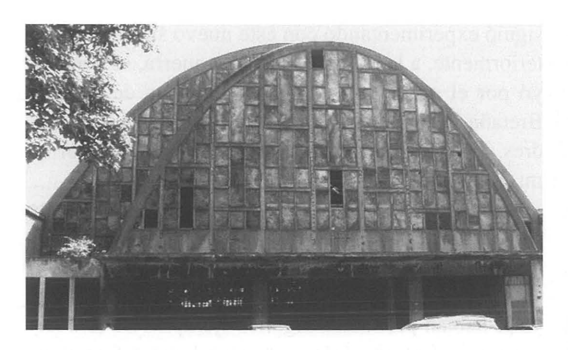


Figura 7

propia historia de la arquitectura como son la vivienda y el templo.

En España ese movimiento conceptual se concentra en 1951, cuando de manera diferente, una serie de arquitectos parecen asumir una nueva y poderosa función para esta tipología formal.

Por un lado, Alejandro de la Sota publicaba en el Boletín de Información de la Dirección General de Arquitectura (BIDGA) un artículo sobre el estado de la crítica arquitectónica (De la Sota 1951).[8] Se trataba de respetar nuevas formas y tipologías que por su formalidad pudieran sufrir rechazo por parte de la crítica más tradicional. Este artículo aparecía ilustrado con unos dibujos a mano alzada donde el arquitecto mostraba ejemplos de estas nuevas arquitecturas, brillantes e incomprendidas. Entre los dibujos de estas formas novedosas e innovadoras aparecía una obra de arquitectura religiosa que utiliza la tipología

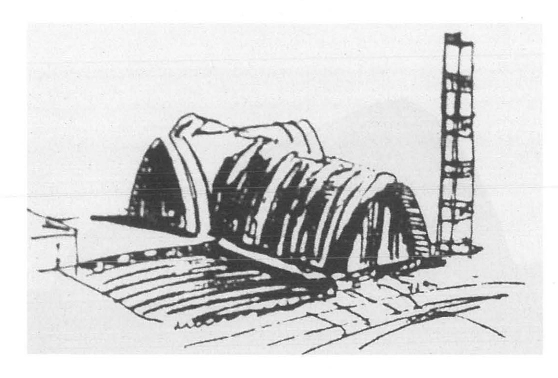


Figura 8

Ctesiphonte, a modo de dos naves que se cruzan para conformar la cruz latina, todo resumido en una estructura de catenaria que arranca desde el nivel del suelo (fig. 8). Esta misma concepción la veríamos unos años más tarde en la Iglesia de Valdecañas, realizada por el arquitecto Fernando de Urrutia Usaola por encargo del I.N.C. algunos años después, en 1958 (Pérez 2002) (fig. 9).[9]

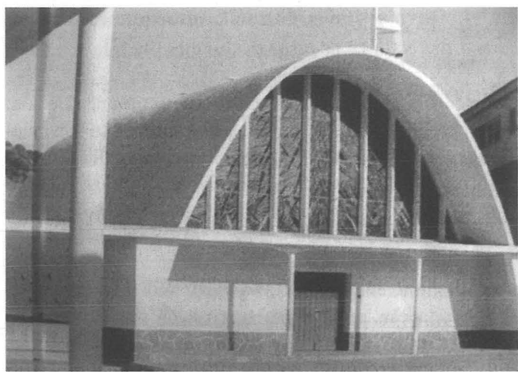


Figura 9

Se trata de un acercamiento conceptual a una serie de formas que se desarrollarían en los siguientes años, perdiendo ese concepto de arquitectura de calidad por el que apostaba De la Sota.

Carlos de Miguel y José L. Picardo la aplicaron en la construcción de unas naves de carácter industrial en el Centro Cívico para la Cofradía de Pescadores en Altea (De Miguel y Picardo 1951, 36–38).[10]

En este proyecto, la pareja de arquitectos colocaban un total de nueve construcciones utilizando el sistema Ctesiphonte, y aunque se centra en una serie de funciones de carácter más ligado a lo industrial, las proporciones se asemejan a los proyectos que veremos a continuación. En este caso proyectan dos elementos como almacenes del Centro Cívico, cuatro depósitos para efectos navales y tres para depositar las redes que se sitúa a pie de embarcadero. Éstos se constituyen como construcciones auxiliares, pero realmente se incorporan correctamente al sentido general de la obra (fig. 10).

Pocos meses después, Fernando Moreno Barberá publica en la revista *Informes de la Construcción* un

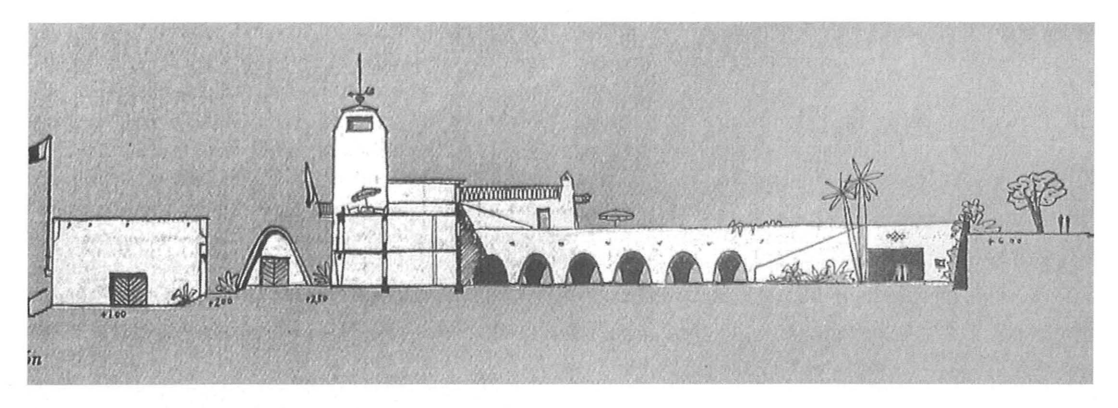


Figura 10

proyecto de viviendas unifamiliares siguiendo el sistema *Ctesiphonte*. En esta ocasión desarrolló la tipología como residencia vacacional (Moreno 1951) (fig. 11). En este proyecto, Moreno Barberá plantea cuatro puntos en los que se apoya para defender las ventajas de utilizar este sistema constructivo, ventajas que van desde conceptos puramente técnicos hasta algunos de tipo propagandístico y político, en un lenguaje de índole maquinista que se extiende en la España de los 50:

1º. Los materiales que se emplean son de la mejor calidad, análogos a los de las viviendas de alto precio.

2º. Por su especial sistema de construcción, las viviendas reúnen un buen aislamiento térmico, contando también con el debido confort como consecuencia de su estudiada distribución, e incluso su forma (empleada hoy en las ciudades atómicas de EE. UU.) es muy apropiada para resistir efectos de explosiones atómicas.

3º. Se eliminan en casi su totalidad lo materiales hoy escasos o caros en España: madera de cubierta y hierro en forjados, herrajes y clavazón. El gasto de cemento es inferior por metro cuadrado al que requeriría una construcción normal de ladrillo y mortero de cemento.

4º. El especial sistema de construcción requiere un mínimo de horas de trabajo, base de su pequeño coste, y asimismo la intervención de un solo oficio —albañilería— para la total construcción de la estructura exterior (Moreno 1951, 1).

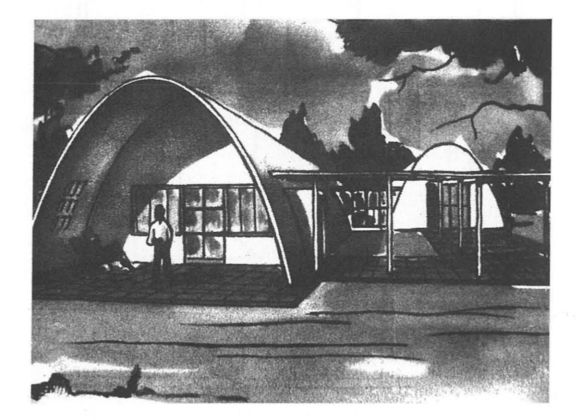


Figura 11

En el punto primero el arquitecto presenta ya la estrategia económica como elemento vital, pero no la muestra como un valor propio sino como un valor comparativo de contraste hacia otro tipo de viviendas, y más específicamente hacia otras clases sociales.

Resulta realmente curioso ver como en el segundo punto trata de establecer las cualidades físicas no perceptibles visualmente de la vivienda, pero igualmente lo hace en una escala cuando menos aclaratoria de la situación; nos habla de la temperatura, el confort y, conjuntamente a estas cualidades, la define como «apropiada para resistir efectos de explosiones atómicas» (Moreno 1951), aunque este punto se pre-

senta como una simple anécdota, contiene un mensaje importante pues, pone en relación el proyecto con la tecnología desarrollada en los EEUU; es aquí donde el arquitecto pretende llegar para enlazar con otra tendencia muy común en la actualidad de las revistas de arquitectura desde mediados de los años 40 pues, de cara al público, el sistema de apertura de la arquitectura española se muestra hacia el otro lado del océano como un referente tecnológico menos implicado en las tensiones políticas heredadas del conflicto.

Seguidamente, los puntos tercero y cuarto señalados en el texto se convierten en un perfecto resumen de dos planteamientos muy comunes en estas fechas pero que fueron ciertamente polémicos y, en ocasiones, contradictorios: el abaratamiento de los materiales y, lo que se presenta más polémico, la reducción de la mano de obra. El problema de esta reducción de la mano de obra se entremezclaba con otro, el correspondiente problema de aumento de paro en el sector de la construcción. Igualmente esto podía provocar una escasez de estos profesionales especializados y el descontento general en el sector. Conocemos que la cuestión es compleja pues la necesidad imperiosa de construcción de viviendas de bajo precio era de suma importancia para el nuevo Régimen, pero cuando ya a partir de 1954 se necesita gran cantidad de mano de obra para proyectos de mayor envergadura, se tratará de corregir esta tendencia, que pasará a equilibrarse ante la necesidad de construcciones en altura que abaraten el costo de urbanización y el del metro cuadrado, y no el de la mano de obra.

No podemos olvidar que el proyecto aquí presentado se muestra como experimental, sin hablar de localización concreta, y como tal se refuerza esta orientación a través de la explicación de una serie de pruebas de resistencia constructiva que se detallarán en el proyecto.[11]

En cuanto a la descripción formal del proyecto hemos de partir de la cualidad constructiva que lo define, es decir, del hecho de que todos los elementos de la vivienda son fabricados en serie. El sistema constructivo se mostró bastante simple y rápido en su ejecución; se trataba en primer lugar de elegir un terreno óptimo y orientar correctamente la vivienda en la medida de lo posible. Seguidamente se colocaba en el suelo una estructura que se convierte en la base de la vivienda, se montan una serie de cimbras a lo largo de esta base que conforman el esqueleto, que servirá como molde-soporte de una serie de capas de cemento y de aislantes que una vez secas permiten retirar estas cimbras y dejar fijada la estructura definitiva de la vivienda.[12]

En referencia a la forma descrita por este arco habría que establecer algunos parámetros interesantes que afectan al análisis de la obra. Por un lado se trata de una forma despegada de la tradición arquitectónica para su uso como vivienda.[13] Se separa igualmente de los planteamientos racionalistas por la problemática en el aprovechamiento del espacio que puede presentar, tanto a nivel de mobiliario, que queda muy determinado por la forma curva de las paredes, como en la de los movimientos de los habitantes de la casa que quedan también, de alguna forma, más restringidos por las diferentes alturas. Igualmente se potencia el significado orgánico del hogar, que cambia el sentido de centralidad a partir de ángulos, pasando a una interpretación del espacio radial, que hace que una persona que se encuentre sentada en una de las habitaciones este siempre cerca del centro insinuado de la concepción tridimensional del espacio (fig. 12).

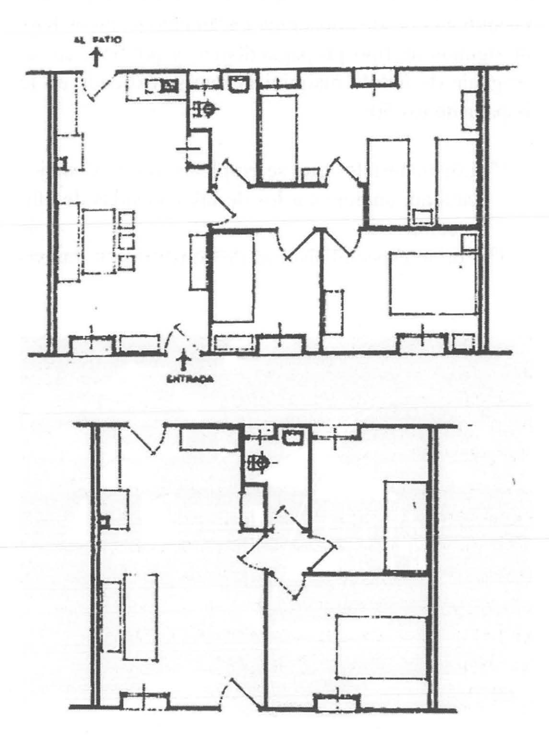


Figura 12

Si la relación interior/exterior del proyecto se presenta cuando menos interesante, la relación entre diversas estructuras plantea igualmente tensiones que preocupan a *Moreno Barberá* y a las cuales dedica especial atención, tanto en la redacción como en las ilustraciones explicativas de su proyecto.

El primer problema que se presenta es el de potenciar la vivienda aislada o, por el contrario, optar por una sucesión de elementos habitacionales compartiendo muro de medianera; el arquitecto parece decantarse por este segundo por economía en el uso de materiales y seguramente por la facilidad de urbanización del terreno aunque muestra la posibilidad de la construcción de residencias aisladas con este sistema constructivo.

Y aunque queda claro que el uso de estas viviendas se proyecta como segunda residencia y nunca como vivienda social, la distribución en planta de los tipos menores de 39,7 m^2, 42 m^2 y 51,6 m^2 respectivamente, plantea soluciones cercanas a las proporciones de lo social, y más concretamente en la elaboración de un mobiliario adaptado al reducido tamaño de las viviendas y su especial forma en alzado. Afirmaciones como «todo los elementos complementarios pueden fabricarse en serie» (Moreno 1951, 5), «cuando sea necesario, por medio de camas plegables y bancos-camas, como se detalla en los plano y será objeto de proyecto especial» (Moreno 1951, 5–7) o «Dos camas rebatibles alojadas en nichos de fábrica, y en caso de necesidad el banco-arcón, sirven de dormitorio de hijos» (Moreno 1951, 5–7), nos hablan de esa necesidad que posteriormente planteará Rafael de La-Hoz en el proyecto de Viviendas Ultrabaratas de Palma del Río (Córdoba, 1953) y que aplicará, al menos en el proyecto, en las viviendas del Grupo Francisco Solano de Montilla tres años más tarde, y que ahora se plantea como una opción novedosa (Rabasco 2004; Sambricio 2000, Sambricio 2004).

Carlos de Miguel proyectaría un conjunto de viviendas para pescadores en este mismo sentido, con unas dimensiones y un sentido aun lejano a la arquitectura mínima pretendida por Rafael de la Hoz. En el Perellonet, en Valencia, dejaría un conjunto de 27 viviendas con unas superficies que oscilarían entre los 54 m^2 y los 42 m^2 (De Miguel 1953, 21).

Pero en 1951, Rafael de La-Hoz y J. Mª. García de Paredes utilizarán esta tipología como paradigma mínimo de vivienda de tipo social al que denominaría



Figura 13

vivienda ultrabarata (figura 13). El número 135 de la Revista Nacional de Arquitectura publicado en 1953 dedicaría una especial atención al proyecto en su artículo más extenso (De la Hoz y García 1953).[14] En el proyecto vemos la aportación más radical que hasta esas fechas se había realizado a la búsqueda y desarrollo de soluciones para solventar el problema de la vivienda. El tiempo se encargaría de no hacerlo tan radical, especialmente a partir del desarrollo de las tipologías de prefabricados en los albergues provisionales que se extienden por nuestras capitales en los primeros años de la década de los 60.[15]

Rafael de la Hoz tenía 30 años cuando realizó el proyecto de Palma del Río. El arquitecto se había titulado en 1950 en la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid y de inmediato se trasladó a Córdoba donde su padre, el arquitecto Rafael de la Hoz Saldaña venía desarrollando su carrera profesional.

Será durante estos primeros años de producción donde debamos rastrear el significado de sus proyectos dedicados a la arquitectura social y en especial el que aquí nos interesa. Desde su salida de Madrid y hasta 1956, año en que recibe el Premio Nacional de Arquitectura junto a García de Paredes por la madrileña Residencia Aquinas en la Ciudad Universitaria, se moldea la personalidad como arquitecto y cobra sentido de coherencia el conjunto de su producción.

En las viviendas ultrabaratas que construye en Palma del Río (Córdoba), la superficie que ocupa cada vivienda se establece en 20 m^2, número resultante del cálculo de la renta posible que podía pagar cada familia. El sistema lo venía empleando el arquitecto desde el año 1951 aunque el proyecto de Palma del Río se presenta como una definición de la experiencia y de su aplicación a la vivienda de tipo social (De la Hoz y García 1953) (fig. 14).[16]

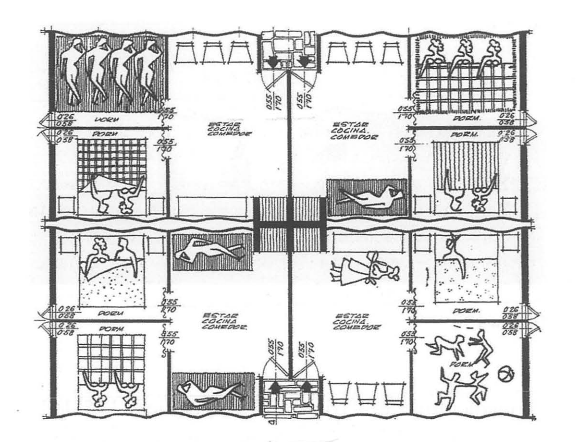


Figura 14

Las viviendas se disponen pareadas para formar un conjunto de cuatro con un pequeño espacio compartido que da entrada a cada vivienda. Ésta se compone de un espacio que hace las funciones de estar-cocina-comedor y dos dormitorios. La estancia principal tiene un hogar-chimenea y tan sólo presenta dos pequeños ventanucos en las habitaciones, con lo que la iluminación de la habitación principal se resuelve a través de la puerta de entrada, no quedando resuelto este punto ni el de la ventilación en el interior de la vivienda. El arquitecto se centró a la hora de la redacción del proyecto en cuestiones como la impermeabilidad, aislamiento térmico y las características técnicas tanto de la construcción del edificio como en su estabilidad ante presiones, viento, movimientos de tierra, etc.

La habitabilidad se calcula con un número de seis habitantes por vivienda con lo que resulta un número de 3,2 m^2 por persona. Las cuestiones más estrictamente técnicas de uso de materiales fueron las siguientes según la expresaron los arquitectos:

Impermeabilidad. Perfecta, dado que la membrana está comprimida en todos sus puntos; una tela metálica ha absorbido las retracciones de fraguado, y juntas de dilatación impiden tracciones por variación térmica.
Falla en los siguientes casos:

(a) Cuando la arena del mortero contiene más de un 3 por 100 de arcilla (la solución es lavarla).
(b) Cuando el fraguado del mortero ha sido demasiado rápido (hay que mantenerlo húmedo unos seis días.
(c) Cuando no trabajan bien las juntas de dilatación (hoy las empleados, excelentes, del tipo piscina en cinc o plomo).
(d) Cuando sobrevienen asientos de la cimentación (conviene armarla con 4/8)

Aislamiento térmico. Ningún clima más duro en verano que el de Córdoba, y en esta provincia el de Palma del Río, con 68 grados al sol y 46 a la sombra. Pues bien: el resultado ha sido sorprendente. Es el tipo de construcción conocido más fresco en verano.
Las razones son las siguientes:

1ª. La superficie expuesta al sol es prácticamente la mínima posible.
2ª. El blanco de toda la superficie encalada actúa como aislante por reflexión, análogamente a los aislamientos por lámina de aluminio.
3ª. La gran conductividad técnica del hormigón hace que durante la noche se refrigere por completo, no almacenando calor de un día para los siguientes (la técnica del attic fan americano).

En resumen, equivale a una chaqueta blanca.

Contra el frío. El interior de estas bóvedas las enlucimos con mortero de yeso y paja machacada en un grueso total de 2,5 cm. Esta capa es un freno a las pérdidas de calor interior, que se mantiene regularmente. Sin embargo, dadas las temperaturas relativamente moderadas de nuestro invierno, sin grandes continuidades en el frío, este aspecto deberá ser estudiado en otras regiones españolas.
La única dificultad que el sistema presenta en invierno es que la humedad interior se condensa en las ventanas por las noches—¡cómo se empañan los cristales!—, dificultad que se soluciona con el enlucido antes mencionado.

Características técnicas. Una de las principales ventajas del hormigón es su propiedad de poder ser moldeado. Sin embargo, su utilización más frecuente, hasta la fecha, ha sido en formas semejantes a las adoptadas al utilizar en la construcción los materiales precedentes.
El hormigón se diferencia de la madera y del hierro en su falta de capacidad para resistir a la extensión, de donde se deduce que en las estructuras prismáticas reticulares de hormigón armado una gran cantidad del hormigón tenga una función resistente inútil y cumpla solamente a la de cubrición de hierro (De la Hoz y García 1953, 15–17).

Resulta complejo buscar la razón de ser de este tipo de proyecto en el ámbito de la España que sale del período de autarquía. Ciertamente, la trascendencia como modelo habitacional fue mínima, pero el hecho de que tuviera su presencia en los medios es-

pecialistas de divulgación si nos hace pensar en una cierta tendencia que, tanto en Rafael de La-Hoz como en otros arquitectos del momento se estaba dando, valorando las aportaciones técnicas que estaban desarrollándose fuera de nuestras fronteras y aplicando estas nuevas tipologías a los problemas específicos de nuestro país.

Y el caso es que en el espíritu general del texto notamos lo que posteriormente sería una constante en la postura de Rafael de La-Hoz ante el problema de la vivienda. El arquitecto puede construir muy barato, estudiar los materiales más asequibles a la situación de nuestra industria de la construcción y las técnicas más económicas, pero también sabe que en ciertos momentos se está superando con creces el límite de habitabilidad de una forma innecesaria

No podemos olvidarnos de otro arquitecto español que en esas mismas fechas estaba trabajando de una manera más insistente en estas formas. Félix Candela hizo de estos «cascarones» uno de los símbolos de crecimiento de su propia identidad como arquitecto, y aunque tuvo que desarrollar su carrera en México por problemas políticos con la dictadura, es cuando menos curioso ver como en estas mismas fechas está muy cercano a las estructuras mencionadas.

Quizás la obra que se encuentre más sorprendentemente ligada a las propuestas españolas sea el Laboratorio de Rayos Cósmicos, realizado en México D. F. en 1952, donde junto al arquitecto Jorge González Reyna lleva a cabo una obra en la misma línea de las propuestas vistas anteriormente (Candela 1995; Richardson 1989) (fig. 15).

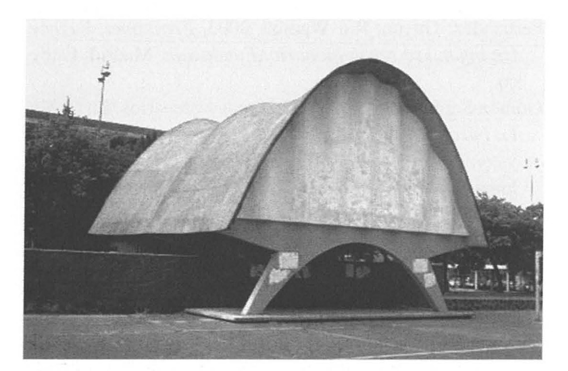


Figura 15

NOTAS

1. Rafael de La Hoz, en su momento analizó la situación de la siguiente manera: «El conflicto que como arquitectos hemos de solucionar estriba en la reducida superficie que disponemos para desarrollar tal programa. Stratemann lo resuelve con un mínimo de 83,28 m2 construidos. La UIOF aconseja 75,70 m2 útiles. Sin embargo, el acuerdo 22–1–59 Arrese-Solís establece, respectivamente, 50 m2 y 38m2 como máximo de dichas superficies; es decir, nuestras viviendas sociales deben desarrollarse en superficies que oscilen del 50 al 58 por cien de los límites lógicos.
   Por otra parte, el coste unitario de la construcción de una vivienda de programa fijo es más elevado a medida que disminuye la superficie en que se desarrolla. La razón es obvia; por más que se comprima la vivienda, sus elementos caros, instalaciones de todo tipo, carpintería, etc.- permanecen invariables.
   Por el contrario, las viviendas sociales hay que resolverlas en el límite más desfavorable del erróneo criterio opuesto, heredado por el MV del antiguo INV «cuando una vivienda disminuye de superficie, el coste de metro cuadrado lo hace proporcionalmente».
   Aceptando como real el valor oficial que corresponde a 76 m^2, encontramos que el asignado a las viviendas de 50 m^2 es un 50,5% del que realmente debe tener.
   El problema que la vivienda social plantea puede resumirse en construir una vivienda en la mitad de superficie universalmente considerada mínima, con la mitad de presupuesto que realmente se precisa». (De la Hoz, R. 1962). Este mismo fragmento lo incluye el autor en la *Memoria para la construcción de 520 viviendas tipo social para la Obra Social Cordobesa Huertos Familiares*, Córdoba Junio de 1959. Archivo del ministerio de la Vivienda, Delegación de Córdoba.
2. Actualmente esta construcción se encuentra en serio peligro a causa del conflicto entre Irak y Estados Unidos; habiendo recibido serios daños y presentando serias posibilidades de derrumbe.
3. Recordemos que la catenaria se confundió al principio con una parábola. La problemática la resolvieron los hermanos Bernoulli simultáneamente con Leibniz y Huygens.
4. Para profundizar en este punto ver: (Mallory, K 1973; V.V.A.A. 1941, May: 119–121)
5. La Hoz afirma al comenzar la descripción de esta tipología que «La idea del Ctesiphon moderno tuvo su origen en la contemplación del arco de Ctesiphon. El primer arco ondulado fue construido en 1941, denominándolo, con bastante propiedad, el moderno Ctesiphon. Su luz fue de 6,1 m., y el espesor de la lámina de 3,1 cm., no conteniendo ninguna clase de refuerzo» (De la Hoz y García 1953).

6. Freyssinet realizó estas estructuras durante el segundo período de tiempo en que trabajó como ingeniero militar para el ejército francés entre 1914–18.
7. Habría que recordar que durante los primeros años de la década de los cincuenta aparecían en prensa especializada detalles de la construcción de prototipos siguiendo técnicas similares aunque aplicadas en grandes dimensiones; (Prentiss 1950; V.V.A.A. 1955).
8. El arquitecto llega a resumir la tendencia crítica en nuestro país con estas valientes palabras; «Agradable debe ser el vivir en ambientes propicios para el fácil avance de las Artes, donde sea el ambiente general el que exija el artista. Países hay donde se respira esta exigencia colectiva, tan opuesta a la rémora de ambientes menos propicios» (De la Sota 1951).
9. En esta iglesia se da la tipología *Ctesiphonte* aunque no se desdobla para conformar la cruz latina como en el ejemplo citado.
10. Igualmente, en 1952 se publica; «Arcos de madera laminada», en *Informes de la Construcción,* (V.V.A.A. 1952) trascripción de un artículo publicado en *The National Builder* titulado «Laminated Timber Arches», que muestra el desarrollo del tipo *Ctesiphonte* como gran puerta de presentación al Festival Británico que en ese año se celebró junto a la estación de Waterloo.
11. Moreno Barberá afirma que las viviendas fueron sometidas durante un año a una serie de pruebas para confirmar su resistencia en condiciones extremas de temperatura y viento resultando estas pruebas totalmente satisfactorias (Moreno 1951).
12. Las cimbras pueden ser de diversos materiales; tubos de hierro, madera . . . la elección de estos vendrá por el precio del material en el momento de la ejecución del proyecto. Según Moreno Barberá; «se tienden sucesivamente tres capas de mortero de cemento de 2 cm de espesor; a los siete días se retiran las cimbras o plantillas desmontables y se tiene formada la estructura» (Moreno 1951).
13. Si cabría destacar el uso que en España se seguía haciendo en algunos lugares muy determinados de cuevas como viviendas, siendo algunos de estos conjuntos elementos muy destacados de la arquitectura popular española: Guadix, Granada, Almería, Ausejo, Quel . . . Conjuntos que se adaptan perfectamente a las formas curvas con una serie de soluciones ligadas a lo orgánico.
14. Se afirma que el proyecto se realiza en torno a 1951 porque en el texto publicado en la Revista Nacional de Arquitectura (De la Hoz y García 1953), se hace referencia a que los arquitectos llevaban año y medio experimentando con estas formas.
15. Se puede entender correctamente la situación de Rafael de la Hoz en palabra como las publicadas en la Revista Nacional de Arquitectura en referencia al montaje de una exposición; «El problema. Montar con 3.500 pesetas una exposición provisional de pintura contemporánea en un salón existente». Es sorprendente para nosotros hoy en día que en una publicación de carácter nacional se hable de las penurias económicas que tenían que solventar los arquitectos, pero el ingenio era uno de los valores en alza en la profesión (De la Hoz 1953).
16. Ib. pp. 14–15. «Así, se ha realizado una sella experimental con sus cuatro viviendas de 3 × 4 × 5, cuyo valor, dentro de su extrema modestia, es el de solucionar realmente el problema de la vivienda para quienes sólo disponen de 20 pesetas mensuales para esta necesidad vital, y únicamente con la aportación interesada del capital privada» (De la Hoz y García 1953).

Lista de referencias

Candela, Félix. 1985. *En defensa del formalismo y otros escritos*. Bilbao: Xarait Ediciones.
Candela, Félix. 1995. *Félix Candela*. Idea Books.
Davis, Ian. 1980. *Arquitectura de emergencia*. Barcelona: Gustavo Gili.
De la Hoz, Rafael; García J. Mª. 1953. Viviendas ultrabaratas en Córdoba. *Revista Nacional de Arquitectura*, 135: 17.
De la Hoz, Rafael. 1953. Exposición de pintura. *Revista Nacional de Arquitectura*, 4: 34–35.
De la Hoz, Rafael. 1962. La vivienda social. *Arquitectura*, 39.
De la Sota, Alejandro. 1951. Crítica de Arquitectura. *Boletín de Información de la Dirección General de Arquitectura*. 5: 25–28.
De Miguel, C. y J. L. Picardo. 1951. Centro Cívico para la Cofradía de Pescadores de Altea-Alicante. *Revista Nacional de Arquitectura*, 115: 36–38
De Miguel, C. 1953. Viviendas de pescadores en el Perellonet (Valencia). *Revista Nacional de Arquitectura*, 135: 21.
Fernández; Guyon; Rui-Wamba. 2003. *Freyssinet, Eugene. Un ingeniero revolucionario. Fundación*. Madrid: Esteyco.
Gómez-Serrano, Joseph. 2002. Arcos Catenarios. En *Gaudí. La búsqueda de la forma. Espacio, geometría, estructura y construcción*, ed. por Daniel Giralt-Miracle. Ed. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona, Institut de Cultura y Lunwerg Editores.
Krautheimer, Richard. 1993. *Arquitectura Paleocristiana y Bizantina*. Madrid: Cátedra.
Mallory, K. y A. Ottar. 1973. *Architecture of agresión. A hitory of military architecture in North West Europe 1900–1945*. Londres: Architectural Press.
Moreno, Fernando. 1951. Proyecto de viviendas unifamiliares. *Informes de la Construcción*, 35.

Pérez, F. 2002. Las nuevas formas de colonización de la arquitectura de posguerra en la obra de Fernando de Urrutia Usaola: Arquitectura para Regiones Devastadas, los poblados hidroeléctricos y ciudades jardín en la periferia. *Arquitectura, ciudad e ideología antiurbana,* 159–167. Pamplona: T6 Ediciones.

Prentiss, L. W. 1950. Techumbre de hormigón para un hangar de aviones de bombardeo. *Informes de la Construcción*, 23.

Rabasco, Pablo. 2004. La vivienda mínima en Rafael de la Hoz. Ejemplos extremos. En *Modelos alemanes e italianos para España en los años de la posguerra*. Pamplona: Editorial T6, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Navarra.

Richardson, S. 1989. *Félix Candela; Shell Builder. A Biography*. Vance Bibliographies.

Sambricio, Carlos. 2000. De la arquitectura del nuevo estado al origen de nuestra contemporaneidad: un debate sobre la vivienda en la década de los cincuenta. *RA Revista de Arquitectura*, 4: 75–90.

Sambricio, Carlos. 2004. Rafael de la Hoz. Viviendas en Montilla, Córdoba (1957–1962). *Los Brillantes 50. 35 proyectos,* 122–131.Pamplona: T6 Ediciones.

V.V.A.A. 1941. Emergency hosing for refugees and in solutions of immediate post-war housing problems. *Journal of the Royal Institute of British Architecs*, May: 119–121.

V.V.A.A. 1952. Arcos de madera laminada. *Informes de la Construcción*, 37.

V.V.A.A. 1955. Hangares de hormigón para bombardeos. *Informes de la Construcción*, 67.

La pervivencia de los modelos romanos en la arquitectura popular mallorquina

Miquel Ramis

No es nada nuevo el decir que la civilización romana constituye un elemento determinante en la conformación de los modelos estéticos de la arquitectura tradicional o vernácula del mediterráneo, mal llamada «popular». Tampoco el que las islas son por definición reservas donde el tiempo se ralentiza y las influencias provenientes del exterior tardan en calar. Por la misma razón permanecen mucho más tiempo vivas que en el continente, como es el caso del gótico en Baleares, plenamente vigente mientras en Europa ya se ha impuesto el Renacimiento.

Mallorca, y por extensión, Baleares, guarda celosamente modelos romanos que mantienen su vigencia reconvertidos en elementos definitorios de nuestra identidad arquitectónica. A buen seguro se pueden rastrear estos modelos en otras regiones, como en el caso de la bóveda extremeña o la bóveda catalana, herederas de las bóvedas tabicadas romanas. Esto no hará más que confirmar que la labor de depuración de técnicas constructivas realizada por el ejercito romano, —probablemente el primer organismo histórico de normalización y sistematización de procedimientos constructivos —ha sido fecunda y de calado.

«Los moros»

La tradición oral mallorquina explica recurrentemente la procedencia de muchos elementos antiguos, atribuyéndolos al periodo islámico como frontera de la memoria histórica: «blat de moro» (maíz), «figues de moro» (higos chumbos), «torre des moros», «cap des moro», «son moro»...

Esta simplificación obedece a dos motivos distintos:

a) La pervivencia de los modelos constructivos retrocede mucho más en el tiempo que nuestra memoria histórica. La mayoría de los edificios que actualmente consideramos «antiguos», o «históricos», no tienen más de 400 años, exceptuando un pequeño porcentaje de construcción gótica religiosa y otro aún más pequeño de románica, también religiosa. Parece normal que la huella islámica se perciba como la más remota y por tanto, como probable origen de todo lo que sea «verdaderamente antiguo»
b) El olvido de una realidad histórica incontestable: Puede que alguna técnica tenga un origen norteafricano, pero hay que recordar que la «Dioecesis Africanae» no era sino una provincia romana más. Y que Cartago, rival de Roma, estaba poblada de descendientes de fenicios, étnica y culturalmente más próximos a sus enemigos romanos que a sus vecinos norteafricanos.[1]

Dicho esto, quizás es el momento de cambiar el titulo de este trabajo, ya que los romanos no son «Los constructores» por antonomasia, sino que su mérito es más bien el de «integrar, mejorar, sistematizar»

todo lo que se muestra realmente efectivo, provenga de Etruria, Extremo Oriente, Grecia o Egipto.

A modo de ejemplo, recordemos que la arquitectura de bóveda es egipcia y mesopotámica, la de pórtico egipcia y griega, el mosaico y los baños con agua corriente cretenses y las cloacas tienen su antecedente en los cuniculi etruscos. Etruscos son también la columna toscana y hasta el símbolo más representativo de la etrusca Roma: La loba del Capitolio.

Por tanto, las técnicas atribuidas a «Los moros» son, simplemente romanas, o hablando en propiedad, herencia de culturas anteriores, integradas y mejoradas por los constructores romanos.

Mallorca, nudo estratégico del Mare Nostrum

Mallorca fue siempre un enclave comercial entre las provincias Hispánicas, itálicas y norteafricanas. Activo centro de esclavos, productor de almagre (Vitrubio, Vol. 7) cebolla y vino. Equidistante del corazón del imperio y de la periferia, la arquitectura isleña desarrolló y mantuvo técnicas y elementos de la construcción romana.

Los modelos

La necesidad de bascular entre castellano, catalán y latín se resuelve con el uso de barras y entrecomillados. Como norma general, se utilizará en primer lugar el término vernáculo, seguido del latín o castellano.

Solados

Ciment de Teula / Puzolanas

El color rosado hallado en las juntas de los sillares de marés que sellan los «sefareig», estanques, y los «aljubs», algibes «árabes» y medievales denotan la utilización del «ciment de teula», mortero puzolánico en el que polvo de teja molida sustituye a la arena, proporcionándole hidraulicidad.

Como ejemplos, el Sefareig «árabe», del Jardín del Palacio Episcopal o el «aljub» medieval del Museu del Baluart.

Trespols / Suelos de mortero de cal, balastro y puzolana

Los tradicionales «trespols» que todavía podemos encontrar en algunas casas rurales, por cierto en buen estado de conservación, seguían haciéndose hasta la llegada del cemento portland con la técnica original romana.

Las clasta / Patios

Los patios mallorquines se conforman con dos, tres o cuatro paredes rodeando la llamada «clasta», el patio,



Figura 1
Panadería romana. Ostia / Patio tradicional mallorquín

que habitualmente contiene el pozo, es decir, la misma estructura del atrio romano. Como este, se encuentra empedrado, al tiempo que recoge el agua caída, que va a parar a la cisterna.

MUROS

Paret seca / Muros de mamposteria seca

Para decidir que fue primero, la técnica de «paret seca» o el Opus Incertum, solo hay que mirar con ojos de constructor, ya que todo maestro de obra que levanta una pared de mampostería con mortero, sabe que su estabilidad depende únicamente de la colocación de la piedra, siendo el mortero no tanto un elemento ligante sino de inmovilización de las piedras. De ahí la utilización tradicional de morteros pobres para el levantamiento de muros de carga, sin consistencia suficiente para soportar carga.

La técnica de «paret seca» era utilizada indistintamente en Mallorca para «márges», muros de contención de terrazas de cultivo, y para muros de carga. En el último caso se añadía un mortero pobre de tierra con cal, llamado «pastat de porc», o «terra d'obrar» para mejorar su inercia térmica. Las juntas se sellaban con «cemento mallorquín», una cal hidráulica, impidiendo el paso del agua de lluvia al interior del muro.

Este hecho se mantiene inalterado en la arquitectura vernácula hasta la aparición del cemento portland, que invierte los papeles: ahora el mortero es el elemento sustentante y no importa la técnica de colocación de piedra sino a efectos estéticos.[2]

Las capgines

Las «parets seques» en Baleares se levantan intercalando hiladas verticales de piedras a intervalos regulares,[3] cuya función es limitar y aislar un sector en el muro de contención. La misma técnica la hallamos en la construcción de paredes de mampostería, en este caso con sillares, colocados a soga y tizón, que ejercen además labores de perpiaños.

La utilización del dentado se ha mantenido inalterada para levantar las esquinas de las casas en un material que las distingue del resto de la fábrica, el marés, una arenisca. La calzada romana se terminaba cerrando el pavimento a ambos lados con una tira de bordillo rectangular de piedras grandes y perfectamente escuadradas. Resulta curioso observar que en Mallorca no se encuentra ni uno solo de estos bordillos en los restos de calzadas romanas y sin embargo nuestra arquitectura no sería la misma sin su característico dentado de sillares escuadrados. Una probable explicación al enigma sería el desmontado y reciclado de un excelente trabajo de cantería, listo para ser colocado y además, al borde justo del camino, a partir de la caída del imperio romano.[4]

Esquena d'ase / Muros de paret seca con albarda

El tradicional muro con acabado en lomo de asno «esquena d'ase» con mortero que lo protege de la lluvia permanece inalterado a excepción de un ligero ensanche en la base para mejorar su estabilidad.



Figura 2
Muros romanos en Ostia / Muros de paret seca, mampostería y esquinas tradicionales de Mallorca

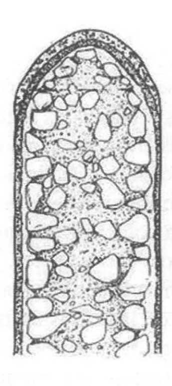
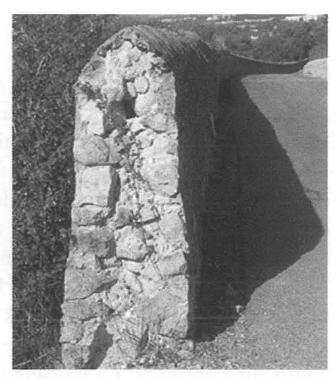



Figura 3
Muro romano con «esquena d'ase» (Adam 1996, 80) / Tradicional muro mallorquín «d'esquena d'ase»

Mechinales

Los mechinales o almojayas son los huecos destinados a albergar las cabezas de las vigas de madera dentro de la pared.

Las vigas llevan un mínimo de 30 cm empotradas en los muros, (antiguamente se recomendaba que abarcaran todo el grosor de la pared). En ambos casos surge el problema de la humedad por condensación en el mortero, que acaba por pudrir las cabezas, por lo que a veces se dejaban pequeños agujeros de ventilación hacia el exterior.

El método tradicional era liberar las vigas de la sujeción de los muros colocando una funda compuesta de 4 finas placas de madera o baldosa de barro: la viga quedaba sujeta pero podía deslizarse como una espada dentro de su vaina.

Esto solucionaba de paso otro problema: Si las vigas no están perfectamente secas, habitualmente se deshidratan y encogen con el tiempo. La reducción en sección es inapreciable, pero en los habituales 4 metros de longitud alcanza fácilmente 1–2 cm, lo que provoca que la viga tire de ambas cabezas hacia el centro de la habitación, apareciendo desconchados en el enlucido que rodea la cabeza de la viga.

Huecos y arcos de descarga

El dintel monolítico de piedra es tradicional en Mallorca para huecos de ventana y puerta, sustituido en las casas más pobres por un tronco de «Ullastre», acebuche. En los vanos más grandes, se sobrepone el habitual arco de descarga escarzano o rebajado.

La disposición de los huecos del primer piso sobre los huecos de las puertas de planta baja es una constante en la arquitectura balear y sirve para unir aquellas partes del edificio que están hechos con sillares. Estos tienen muchas menos juntas que el resto del muro, por lo que la disposición minimiza posibles problemas por asentamiento de la fábrica de mampuesto.

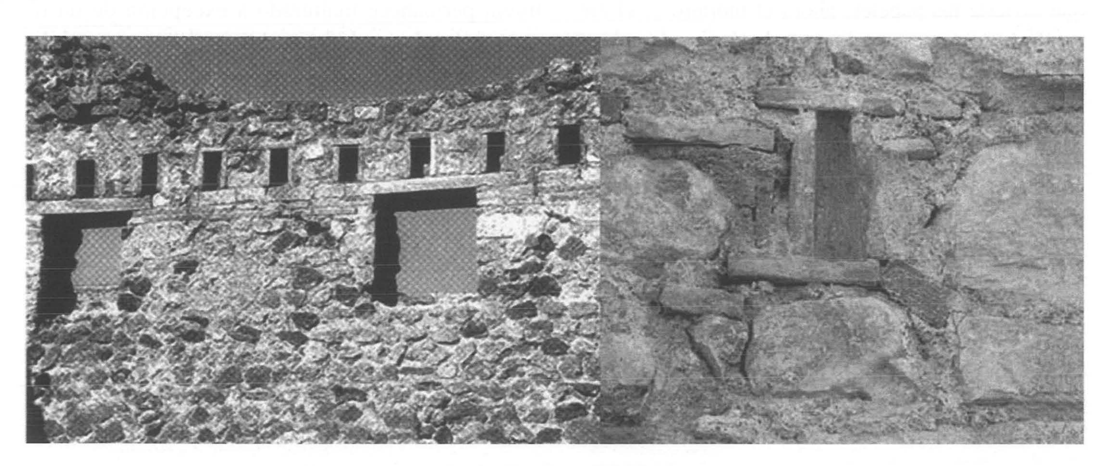


Figura 4
Mechinales romanos en Pompeya. (Adam 1996, fig. 465) / Mechinales mallorquines

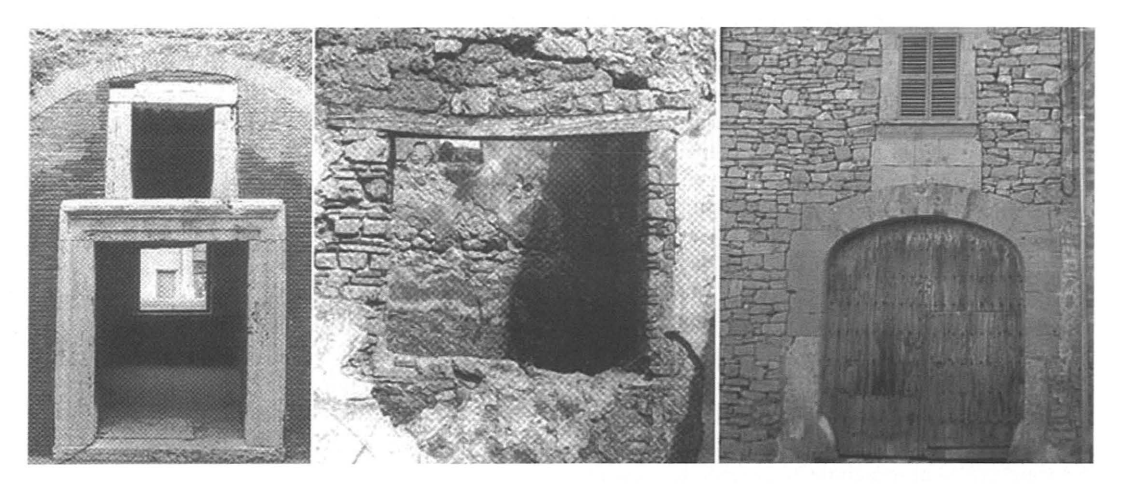


Figura 5
Disposición romana. (Adam 1996, fig. 466) / Disposición tradicional mallorquina

Arcos

Los arcos más antiguos de Mallorca están siempre realizados con la técnica romana de suprimir los salmeres por ménsulas. Estas reducen la luz del arco para luego colocar un arco escarzano, incluso en huecos muy pequeños en los que la técnica es totalmente innecesaria.

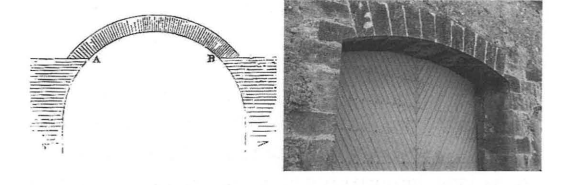


Figura 6
Arco romano de hormigón. (Choisy [1883] 1997, 36) / Arco escarzano mallorquín de traza antigua

ESCALERAS Y COLUMNAS

Escaleras

Las escaleras romanas eran rectas y las mallorquinas son de arco por tranquil, por lo que no parece haber mucha relación. Sin embargo esta aparece al subir una escalera de casa payesa: los escalones son tan incómodos de subir como los romanos. Resulta curioso que en este elemento tan importante, los romanos no hubieran



Figura 7
Bóveda y escalera romana (Adam 1996) / Escalera de volta

llegado a un cómodo escalón de 17–18 cm, con escaleras que frecuentemente tienen 20 y 22 cm de contrahuella,[6] los mismos de una escalera rústica mallorquina. Incluso en los «Palaus», renacentistas de Palma, con sus cómodas escalinatas de acceso a la planta noble del primer piso, volvemos a encontrar las mismas empinados escalones subiendo al segundo piso, donde viven los criados. Esto habla por si mismo de la insistencia del maestro de obra de tradición antigua de volver a «lo correcto» en el momento que el cosmopolita propietario deja de imponer sus gustos «de fuera».

Las escaleras de arco adintelado inclinado de ladrillo romanas tienen su continuidad en las escaleras góticas mallorquinas de piedra, que mantienen todavía el pilar en el primer tercio de subida. Este pilar desaparecerá en el renacimiento creando las «escales de volta». El concepto de escala de volta, aunque no desarrollado por los romanos, está ya implícito en bóveda romana y en los huecos que ubican debajo de sus escaleras en la dirección opuesta a la subida.[6]

Calces en las columnas

Griegos y romanos fijaban los tambores mediante un calce de cobre embutido en una camisa de plomo para evitar la corrosión. Igualmente en Mallorca se hallan calces en columnas de marés utilizando guijarros alargados que son luego inmovilizados con una lechada de mortero de cal a través de un agujero lateral descendente practicado en el tambor superior.

El barro

El ladrillo: Tamaño de las baldosas mallorquinas

Los bessales romanos de 19,7 de lado son idénticos a nuestras «ratjoles de 20», de 20 × 20, mientras que su división en 4 ladrillos triangulares de 19 × 7 × 14 × 14 proporciona una nueva medida de 14 cm muy similar a nuestra tradicional «ratjola de 15» de 15 × 15 cm.



Figura 8
Calces romanos de metal / Calces mallorquines de piedra

En cambio, el gran desarrollo de la arquitectura en ladrillo romana apenas tiene eco en la construcción isleña, debido fundamentalmente a un equivalente del tufo, el marés, material accesible, abundante y que puede ser cortado a sierra o a trinchante, obviando las complicaciones técnicas que requiere un horno cerámico. Del mismo modo, esto explica la desaparición de la bóveda tabicada en Mallorca mientras que pervive en un área geográfica muy cercana, Cataluña. En Mallorca se extiende profusamente el empleo de bóvedas de arista de marés con corte estereotómico, conocido pero rehuido sistemáticamente por los constructores romanos, por la mayor rapidez de ejecución de la bóveda de ladrillo tabicado.

Las Tejas

La «tegulae» romana pervive tanto en el paisaje como en el lenguaje: las «teules». La mal llamada «teja árabe» tiene su origen en la teja tapadora romana «imbrices», que formaban juego con unas tejas planas de elaboración más compleja, «tegulae», que las reciben. Con la decadencia del imperio, y la consecuente bajada del nivel técnico de los artesanos, estos deciden eliminar directamente una pieza que presenta problemas de alabeo al cocerse y que por tanto exige una cuidadosa criba previa y selección del barro. Los albañiles cubrirán a partir de ahora solo con las tejas tapajuntas, que obviamente resultan de difícil sujeción y colocación. Nota: Resulta curioso que el nombre que pervive pertenezca al tipo de teja desaparecida.

Canales de barro

En la construcción vernácula, los canalones cerámicos bajan por dentro del muro a fin de proteger al frágil barro de los ciclos de dilatación / contracción y posibles golpes.

Técnicas

Los techos

El modelo romano de mortero sobre entablado soportado por vigas de madera tiene continuidad en el techado tradicional de cañizo sobre el que deposita una




Figura 9
Canalones de barro en Pompeya. (Adam 1996, fig. 608) / Canalón tradicional de Mallorca

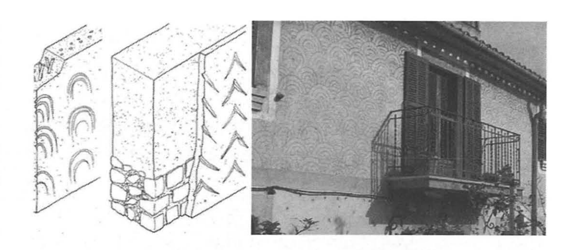


Figura 10
Foto esgrafiados romanos. (Adam 1996, fig. 510) / Esgrafiados tradicionales de Mallorca. Establiments

capa de yeso, mortero de cal o «pastat de porc», y sobre este las tejas o baldosas fijadas con cemento mallorquín hidráulico.

Vitrubio recomienda una capa de helecho para que el entablado no esté en contacto con la cal. Este no es necesario en Baleares ya que la caña, cortada en luna, presenta una superficie dura y sin poro, que permite la utilización de «cenrada» mortero de cal mezclado con ceniza, que constituye un aislante térmico económico y que aligera de peso al solado.

Los techos vegetales de «carritx», carrizo, utilizados para cubrir las viviendas temporales de carboneros y pastores y neveros también tienen su antecedente romano, deducido a partir de la total ausencia de restos de tejas en multitud de viviendas rústicas de paredes de arcilla, aunque probablemente se trate de una técnica universal (Adam 1996, 232).

Enfoscados y esgrafiados

El tradicional «embetumat», enfoscado fino de arena y cal que recubre y protege al poroso marés de las agresiones atmosféricas y al tiempo le permite transpirar, se siguió haciendo con la receta de Vitrubio de 3 partes de arena por 1 de cal.

Los esgrafiados probablemente tengan su origen en las marcas de agarre que el albañil romano deja en la capa de mortero de fondo para que el enlucido final tenga mejor agarre. Con el tiempo, los enlucidos finales se van desprendiendo y vuelven a quedar a la vista, sirviendo de inspiración para los esgrafiados tradicionales.

Medidas

Las medidas romanas

El palmus romano, medida correspondiente a la distancia entre el pulgar y el índice, de 7,39 cm, tiene su correspondiente en el «forc» mallorquín, ahora en desuso. La longitud del sillar de marés, el «mitjá», (78–79 cm) y su altura (38–39 cm), corresponden aprox a 10 y 5 palmus respectivamente. La altura del marés, por cierto, también se parece mucho al palmipes romano (36,96 cm) mientras que la longitud únicamente la podemos relacionar con la antigua vara mallorquina de 78 cm.

En cuanto a las medidas de peso, las uncias romanas tienen su correspondencia en las «unces» mallorquinas y un peso aproximado (33 y 27 gr respectivamente.)

Otros elementos

Latrinae: lloc comú

En las casas rurales, el excusado o lloc comú ha permanecido inalterado hasta casi los años 60 a pesar de conocerse el funcionamiento del sifón, por cierto también de origen romano. Como se ve, la persistencia en permanecer fiel a modelos tradicionales impide a veces la localización de soluciones presentes incluso en el mismo entorno o cultura.



Figura 11
Fuente Pompeyana y sarcófago romano / Pica tradicional mallorquina

Pozos cuadrados , picas d'Oli / fuentes y sarcófagos

Los brocales más antiguos en Mallorca tienen sección cuadrada, la misma que los pozos romanos. Posteriormente se impondrá el modelo renacentista ochavado y finalmente en el s. XIX, el redondo.

Los brocales están confeccionados a la manera romana: gruesas losas puestas de plano y fijadas con grapas (de cobre las romanas; de hierro en Mallorca), de los que todavía sobreviven algunos ejemplos, especialmente en pozos comunales.

Precisamente en los pozos comunales, se encuentra también el diseño cuadrado sobre el cual se levantan cuatro columnas cuadradas en los extremos, sobre las que se colocan vigas de madera. Esto permite la extracción simultánea de agua desde 4 roldanas.

Toda Finca rural que se precie tenia varios depósitos de piedra de la misma factura, esta vez con piso, sellados herméticamente con mortero hidráulico, para el almacenaje del aceite, las «picas d'Oli» .

El mismo diseño define los pozos comunales cuadrados, los más antiguos. La comparación entre sarcófagos , fuentes publicas y «picas d'Oli» es inevitable.

Acueductos / Siquias

En una tierra cálida, el mantenimiento de los acueductos no tiene especial mérito, pues representa la única posibilidad de transporte de agua a las poblaciones y cultivos. La «siquia real» que alimentaba Palma desde Esporles o las que descienden de la sierra de Tramuntana, a veces acompañando a los restos de calzadas romanas (Camino de Son Pou, Santa María), son testigos silenciosos de la eficacia de los morteros hidráulicos romanos.

Aljibes / Aljubs

La disposición de depósitos abovedados con bóveda rebajada o de medio punto se sigue manteniendo en Mallorca hasta principios del s. XX. Actualmente se mantienen todavía docenas de estas muestras de ingeniería hídrica romana. Una vez más, hallamos inevitables similitudes entre los mal denominados aljibes árabes, y un tipo de construcción romana: el panteón romano, con el que también comparte una situación de extramuros, a la vera de los caminos y cerca de las poblaciones.

Disposición en arco triangular o en albarda

Esta solución, cuyo uso se remonta a la entrada de la Pirámide de Keops, fue utilizada extensivamente por los romanos como cubierta de sus acueductos, y en galerías. Por su extrema sencillez de colocación y eficiencia estructural, la encontramos por doquier en el paisaje mallorquín: desde aperturas en los muros hasta en los fumerales, probablemente preservada por idénticos motivos de practicidad.



Figura 12
Panteón romano. Hispania romana. P 157 / Aljub tradicional

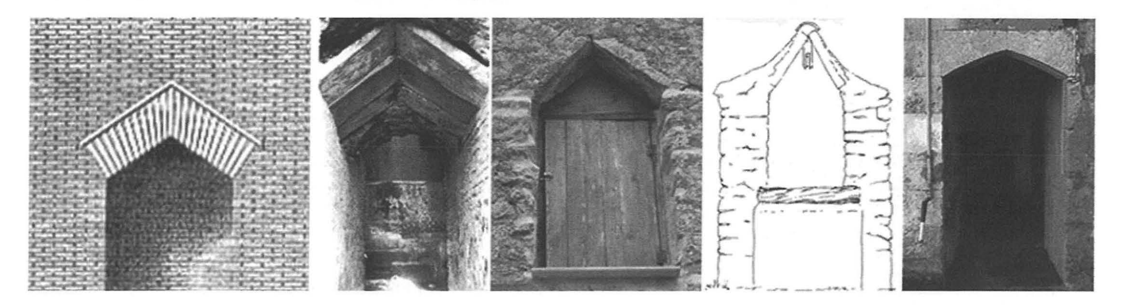


Figura 13
Arco descarga Panteón y bóveda romana / Ventanas, pozos y dinteles de 2 piezas

Mallorca	Termino latino relacionado	Castellano
Pluja	Compluvium	Lluvia / Compluvium
Frontis	Frons	Fachada
Porta	Porta	Puerta
Claus	Clavis	Llaves
Escala	Scalae	Escalera
Test	Testa	Barro cocido
Teula	Tegulae	Teja
Ansa	Ansa	Asa
Llinyam	Lignum	Viga
Foc	Focus	Fuego
Fons	Fons	Fuentes
Porcell	Porcellus	Cerdo
Cuina	Culina	Cocina
Farina	Farina	Harina

El lenguaje

Herramientas

Aparte de que la mayoría de las herramientas son comunes a todas las culturas antiguas del mediterráneo, Roma, Grecia y Egipto, existen algunas herramientas utilizadas por los romanos que se han preservado en Mallorca sin alterar su diseño durante 2.000 años: el «Uixol», un tipo de trinchante utilizado para labrar el marés, el «Cavec» (ligo), azadón triangular para amasar el mortero y la «Civera», parihuela para transportar piedras.

El diseño del ligo inspirará una paleta autóctona de albañil, «la escarrana » utilizada para sostener con la izquierda el mortero que se toma y aplica con la derecha.

En el agro, mantenemos inalterado el diseño de la

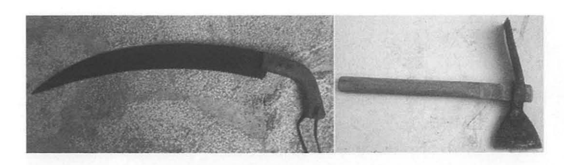


Figura 14
Xorrac y Uixol, herramientas tradicionales plenamente vigentes

«tafona», almazara, idénticas a las de Pompeya, o el «xorrac» el serrucho de podar con los dientes alineados en dirección del mango, al contrario del de carpintero, que corta empujando. Amasábamos panes redondos en la «cuina», muy similares a los romanos, con «farina», y pesábamos con «sa romana», la balanza romana.

Términos de uso corriente

Otras muchas palabras nos recuerdan su raíz romana, especialmente al pronunciarlas:

Tradición y futuro

La pervivencia de estos modelos nos ofrece una lectura diferente de la palabra tradición. Esta no es solo inercia o folklore, sino el resumen de las mejores prácticas y diseños de centenares de generaciones de constructores. Este tesoro es a menudo despreciado a la hora de diseñar, obsesionados como estamos por dejar una impronta personal.

Irónicamente, la construcción vernácula guarda muchas de las claves de la arquitectura del futuro, la arquitectura bioclimática, para aquel que las sepa leer y reinterpretar.

Notas

1. En todo caso, ninguno de los tres focos culturales del Islám (Bagdag, Damasco y Al-Andalus) se encuentra en Africa.
2. Los «margers», colocadores de piedra seca, distinguen perfectamente un muro bien levantado simplemente observando la colocación de la piedra. Cuando esta parece «flotar» entre las juntas de mortero, es prueba que el albañil no conoce la técnica tradicional, lo que se considera un trabajo de baja calidad.
3. Llamado «Opus africanum», o «opera a telaio», según Adam (1996) es originario de Cartago. (Adam 1996, 130)
4. Tenemos suficientes pruebas del desmembramiento de edificios romanos piedra a piedra en el norte de África por parte de los habitantes locales. Por ejemplo, en Túnez las mezquitas y palacios están levantados con columnas romanas de mármol blanco, de evidente origen heterogéneo, diferente grosor, altura y diseño. Los circos como El Djem, una vez despojados de estas piezas valiosas, sobreviven gracias a que los paisanos solo disponen de la capacidad de carga de un camello para llevarse las piedras, con lo que el tamaño de sillar es el único limitante que detiene el desmonte de los monumentos. Esta misma baja cultura constructiva hace que centenares de espléndidos mosaicos se conserven gracias a la carencia de técnicas adecuadas para su desmonte y reciclado.
5. (Adam 1996, fig. 465)
6. Vitrubio recomienda inscribir el escalón en el triángulo pitagórico: 3 de contrahuella, 4 de huella y 5 de pendiente, lo que da una huella insuficiente para un escalón de 17–18 cm, por lo que la solución obvia fue aumentar la contrahuella.
7. (Adam 1996, 189)

Lista de referencia

Adam, Jean Pierre. 1996. *La Construcción Romana, Materiales y Técnicas*. León: Ed. Los Oficios.

Borja Moll, Francesc. 1936. Vocabulari popular de l'Art de la Construcció. *Bul.letí de Dialectología Catalana.* 18: 32. (Biblioteca del Monasterio de Secar de la Real).

Carbonell de Massy, M. 1999. *Conservación y Restauración de fachadas antiguas de Baleares.* Palma: Distribuidora Rotger.

Garcia Delgado, C. 1992. *La arquitectura tradicional de la Isla de Mallorca. Influencias de Roma, del Islam i de Cataluña.* Palma: Ed. Olañeta.

Choisy, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio,* editado por S. Huerta y J. Girón. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Fornés y Gurrea, Manuel. [1841] 1993. *Observaciones sobre la práctica del arte de edificar.* Valencia: Imprenta de Cabrerizo. (Ed. Facs. Valencia: Librería París-Valencia).

Fuente, Eugenio de la, Pere Rabassa y Mario Tecglen. 1997. *Elementos básicos de la Arquitectura Popular de Mallorca.* Palma: Col.legi Oficial de Arquitectes.

Fullana, Miquel. [1934] 1999. *Diccionari de l'Art i dels Oficis de la Construcció.* Editorial Moll.

Petra, Fray Miquel de. *Observaciones sobre la Arquitectura en Mallorca y abusos en el corte de la sillería.* / Real Sociedad de amigos del País. Ms (1800). En Cayetano de Mallorca. *Misceláneas.* t. IV, 52, fs. 351–354. Archiu de Can Bordills.

Robertson, D. S. 1977. *Greek and Roman Architecture.* Cambridge: Cambridge University Press. (Edición española, *Arquitectura griega y romana.* Madrid: Ediciones Cátedra, 1981.)

Tineo i Marquet, Joan Antón. 1984. *Historia de la construcción, de la caverna a la industrialización.* Barcelona: Ed. Montesinos.

Viollet-le-Duc, Eugene-Emmanuel. 1854–1868. *Diccionaire raisoné de l'Architecture francaise du XII au XVI siecle.* París: Bance-Morel .

Vitrubio, Marco. 1992. *Los 10 Libros de la Arquitectura.* Madrid: Ed.Akal.

Las condiciones para la construcción de la iglesia parroquial de Vegas de Matute (Segovia)

Esther Redondo Martínez

La iglesia parroquial de San Pedro, en Vegas de Matute (Segovia) corresponde a un tipo muy habitual del último gótico español, en los siglos XV y XVI: volumen único al exterior, de gran altura y contrafuertes muy marcados, con aspecto de fortaleza, respondiendo a un interior de varias naves a la misma altura. Es menos corriente la disposición en planta, asimétrica, con sólo dos naves. Esta irregularidad se explica claramente siguiendo el proceso constructivo de la iglesia[1].

La iglesia resulta interesante por los siguientes temas:

- El autor de las sucesivas trazas de la iglesia (la primera, para construir una capilla funeraria, de 1540, y la segunda, para ampliar esta capilla y adaptarla a la planta actual de dos naves) fue Rodrigo Gil de Hontañón, una figura fundamental en la arquitectura de siglo XVI en España, maestro de obras de la catedral de Segovia, de la catedral nueva de Salamanca y de numerosísimas iglesias en toda Castilla, autor de un importante tratado sobre construcción gótica en España.
- Se conservan muchos documentos originales acerca del proceso de construcción de esta iglesia: las trazas dibujadas por Rodrigo Gil y las «condiciones» que debían regular estas obras, escritas también por èl, en las que establece las medidas de todos los elementos de la iglesia (ancho y largo de tramos, espesor de muros y contrafuertes, tamaño de pilares, etc) para que un maestro de obras pueda llevarla a cabo. También existen otros documentos «administrativos», menos interesantes desde el punto de vista constructivo, pero curiosos como visión de las condiciones económicas que regularon la obra de la iglesia.

Descripción de la iglesia. Historia del proceso constructivo

Hacia 1540, Pedro de Segovia o su hijo Juan de Segovia mandan fundar en Vegas de Matute una capilla



Figura 1
Vista de la cabecera y la fachada Norte

dedicada a Santo Tomás, pequeño edificio de carácter funerario,[2] con una sola nave de dos tramos (fig. 2). Que el autor de la traza de esta capilla inicial fue Rodrigo Gil queda claro en su carta de 1570 en la que se ofrece para hacerse cargo de las obras de ampliación de dicha capilla.

> Vuesa merced me envió a mandar que viese cierta traza y capítulos de la capilla de la iglesia que de nuevo se ha de hacer en el lugar de las Vegas de Matute, diócesis de este obispado, la cual dicha traza y condiciones parece haber hecho Juan del Camino, maestro de cantería, y como yo tengo noticia del dicho sitio y puesto de la dicha iglesia por haber hecho la traza de la capilla que mandó hacer el Señor Comendador Juan de Segovia, regidor que fue de esta ciudad . . .

Como se indica más arriba, en 1570 se decide la ampliación de la iglesia, pensando inicialmente construir sólo la capilla mayor y la sacristía. Se encarga la traza a Juan del Camino, maestro de cantería local (era vecino de El Espinar, y trabajó en la cercana iglesia de Otero de Herreros).[3] Esta traza se envía a Rodrigo Gil para que la revise.[4] Rodrigo Gil no debió quedar muy conforme con la traza de Juan del Camino y envía al Cabildo una nueva, dibujada por él (fig. 3), en la que marca las dimensiones de capilla mayor y sacristía (la obra prevista por el Cabildo), además de un cuerpo de iglesia formado por una única nave de tres tramos, especificando que la obra puede realizarse por fases, utilizando la capilla hasta que se ter-

Figura 2
Capilla del Comendador (reconstrucción según Moreno Alcalde, 1973)

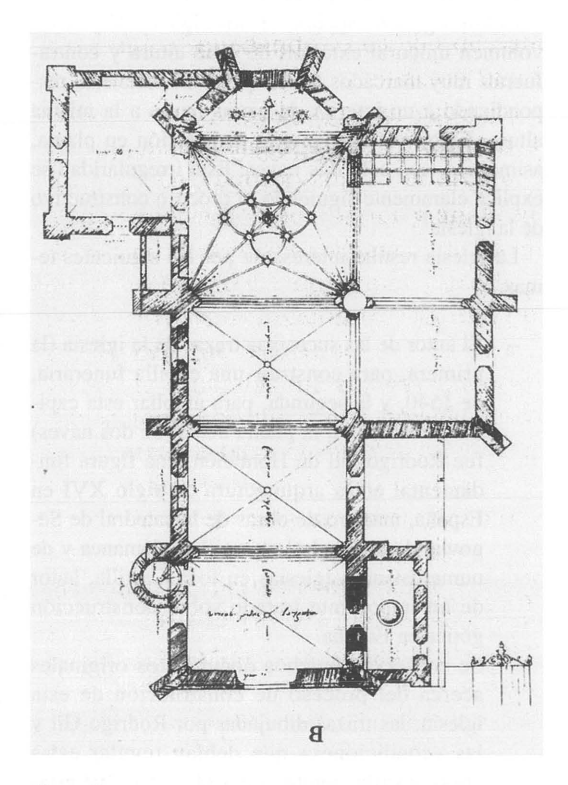


Figura 3
Traza dibujada en 1570 por Rodrigo Gil, ampliando la capilla existente

mine la nave. Se ofrece también en esta carta a redactar las condiciones que regirán la construcción.

La capilla inicial, de una sola nave con dos tramos, se conserva como nave lateral de la actual iglesia, resultando finalmente la iglesia de dos naves.

La traza de Rodrigo es aceptada por el obispo de Segovia y comienza la construcción, quedando Juan del Camino como maestro de obra, pero obligado a respetar en todo las trazas y condiciones dadas por Rodrigo Gil.

> . . . me pareció que para mejor servir a V.M. y para que la obra sea firme y bien fabricada y lo que se hiciere no quede con defecto ni perjuicio ninguno y sea menos costosa la obra en cantidad, que debía hacer este rasguño que a V.M. envío, el cual no contiene solamente la capilla y sacristía que de presente manda hacer V.M. sino también todo lo que conviene al cuerpo de la iglesia y las cosas que serán necesarias para su perfección andando el tiempo que la capilla y sacristía se pueden hacer y servirse de ellas mucho tiempo sin perjuicio ni peligro ninguno de ella y también señale el tamaño de ancho y de largo que tiene la capilla del dicho señor Comendador para que lo uno y lo otro se vea y como se junta y hace proporción la capilla hecha con capilla de la iglesia que se ha de hacer, que si V.M. manda también haré unos capítulos y condiciones breves como me parezca que más conviene al bien del edificio y servicio de V.M. Ilustre persona y estando en Segovia a 10 de Agosto del año de 1570 besa las manos a V.M. su menor siervo Rodrigo Gil.

Aún después se construyen dos nuevos tramos añadidos a la primitiva capilla encargada por Juan de Segovia (llamada en muchos textos «capilla del Comendador» por ser el cargo que ocupaba èste), completando las dos naves hasta la fachada oeste. Esta obra fue costeada por los vecinos de Vegas de Matute, y el maestro fue Pedro de la Concha.[5] Se observa en la fachada sur de la iglesia un cambio en el tipo de piedra utilizada que refleja claramente esta ampliación. También se añade una capilla anexa a la sacristía. Todas estas ampliaciones no están reflejadas en la traza dada por Rodrigo Gil.

La fachada Oeste está ocupada casi por completo por la torre. No hay ningún dato documental sobre ella, pero sus muros parecen los primeros construidos porque todos los demás acometen contra ellos y quedan cortados. La torre podría ser un resto de una fundación anterior; Rodrigo Gil no debió pensar en conservarla, por esto no aparece en su traza (pero sí coincide el muro oeste que dibuja con el de la torre, quizá pensara conservar este). Como al final se mantuvo la torre por completo, el último tramo de la nave central es mucho más corto de lo propuesto por Rodrigo Gil (fig. 4).

Hacia 1660, la iglesia está terminada por completo.[6]

Las condiciones referidas a la construcción de la iglesia de Vegas de Matute

Las condiciones referidas a la construcción de la iglesia de Vegas de Matute son varios documentos, cartas y contratos, que regularon la construcción propiamente dicha, la relación entre las diversas partes implicadas en la obra, el régimen de pagos y las obligaciones que se contraían.

El primer documento es la carta de Rodrigo Gil, dirigida al Cabildo de la catedral de Segovia, que se reproduce en el apartado anterior.

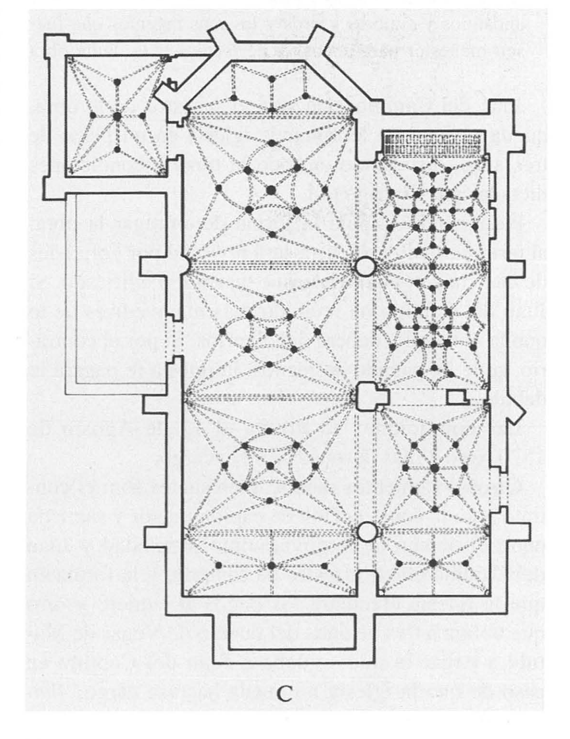


Figura 4
Planta de la iglesia, estado actual (según Casaseca, 1988)

Rodrigo Gil, al ser aceptada su traza, escribe las condiciones. En ellas, comienza dando las medidas de lo que se va a edificar, y después hace una serie de recomendaciones para la buena construcción de cimientos, muros, estribos y bóvedas, deteniéndose especialmente en el punto más conflictivo de la obra: el pilar que, sustituyendo a un contrafuerte de la capilla, debe servir como unión entre lo ya terminado (la capilla del comendador), y las naves por construir. Sobre estas consideraciones constructivas me extenderé más adelante.

Rodrigo Gil también establece en las condiciones de que deben encargarse las diversas partes que participarán en la obra: la iglesia pondrá todos los materiales necesarios para la construcción y el maestro se encargará únicamente de proporcionar la mano de obra.[7]

> Ytem para hacer toda esta dicha obra es lo mejor y más provechoso que la iglesia y el mayordomo en su nombre pongan los pertrechos y materiales al pie de la obra todos sin que el oficial sea obligado a mas de poner las manos suyas y de los canteros y peones y carpinteros para hacer andamios y cimbras y tiros y los más ingenios que fuesen menester para acabar y perfeccionar la dicha obra

Juan del Camino, que será el maestro de la obra, queda obligado a terminar la iglesia en un plazo de tres años, respetando en todo la traza y condiciones dictadas por Rodrigo Gil.

Finalmente estipula la forma de entregar la obra: al terminar la iglesia, esta será revisada por «oficiales de ciencia y conciencia», que tasarán lo edificado. Si Juan del Camino ha recibido más maravedises de lo que la obra vale, deberá devolverlos. Si por el contrario, se le ha pagado de menos, la iglesia le pagará lo debido.

Las condiciones se firman el 12 de Agosto de 1570, sólo 2 días después de su encargo.

Otros documentos menos interesantes son: el contrato para la construcción de capilla mayor y sacristía entre el obispo de Segovia como propiedad y Juan del Camino como maestro de cantería, y la forma en que la iglesia efectuará los pagos al cantero y otro que obliga a tres vecinos del pueblo de Vegas de Matute a pagar lo que se deba a Juan del Camino en caso de que la iglesia no pueda hacerse cargo, *«haciendo de deuda ajena propia»*.

Adaptación de los construido a las condiciones dictadas por Rodrigo Gil.

> Primeramente se ha de hacer conforme a una traza firmada de Rodrigo Gil, maestro de cantería, sin exceder de la planta forma que tiene cosa alguna ni en anchos ni en largos ni en gruesos de paredes y estribos sino todo conforme al pitipie[8] de la dicha traza, el cual queda en la misma plana.
> Ytem ha de tener de largo la dicha capilla con su cuadro y gruesos de arcos cuarenta pies uno más o menos y ha de tener de ancho así mismo veintiocho pies y con este ancho y largo queda bien proporcionada y repartida así el cuadro como los ochavos y todo esto de largo y de ancho, se entiende de hueco, sin gruesos de paredes y no conviene ser más larga ni más ancha por muchas causas y razones.
> Ytem se ha de hacer una sacristía a la parte del evangelio que tenga de largo veintitrés pies y de ancho dieciocho pies todo de hueco, el ancho y el largo con su servicio y como está en la planta significado y con cinco estribos para la capilla mayor y dos pilastras para la sacristía conforme a la dicha traza.

En lo relativo a las medidas generales de capilla mayor y sacristía, se ciñeron a lo dictado por Rodrigo Gil excepto en el ancho de la nave (capilla mayor), que tiene tres pies más que o dictado en las condiciones.

Medidas reales (fig. 5). Tomando un pie de 28 cm:

Largo de la capilla mayor: 11,14 metros=39,78 pies

Ancho de la capilla mayor: 8,70 metros=31,07 pies

Largo de la sacristía: 6,33 metros=22,61 pies

Ancho de la sacristía: 5,10 metros=18,21pies

Rodrigo Gil, en su tratado[9] (que ya ha debido escribir en 1570) explica diversas maneras de proporcionar un templo. Es difícil aplicarlas en este caso, ya que la capilla existente es un fuerte condicionante. Sin embargo, el ancho elegido para la nueva nave (28 pies) guarda una proporción de 4 a 3 con la capilla existente (21 pies) Esta proporción se repite en dos capítulos del manuscrito: cap 2,4, cuando habla de un templo de proporciones 24/18 pies (entre el ancho de la nave mayor y las laterales) y en el cap. 2,5, cuando proporciona los anchos de un templo de tres naves como 30/40/30 pies.

> Ytem que todas las paredes y estribos así de la capilla mayor como de sacristía con la responsión de ocho pies

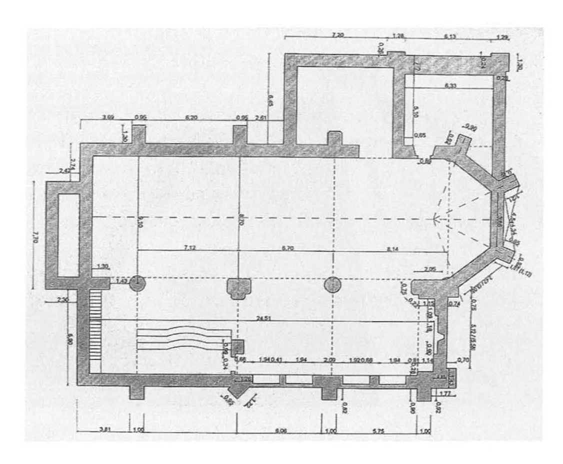


Figura 5
Planta de la iglesia. Medidas tomadas «in situ» en Junio de 2000

> que han de quedar en la pared del cuerpo de la iglesia con sus dentellones sea fundado sobre lo firme, en peña o arcilla o greda o cascajo firme y desde la primera hilada sean los cimientos puestos perfectamente a nivel porque huelle y cargue la obra igualmente y que tengan los dichos cimientos en el principio cuatro pies y medio así las paredes de la capilla como las de la sacristía, y de estos cuatro pies y medio se recogerán las dichas paredes medio pie de cada parte que quedará de zapata y este recogimiento será al medio del alto del hondo de los cimientos y quedarán allí las dichas paredes y estribos en tres pies y medio de grueso, del cual dicho grueso subirán hasta una vara de medir de alto sobre la faz de la tierra por parte de fuera midiendo de lo más alto, y allí se echará un talud por la parte de fuera que corra por todas las paredes y estribos y la capilla y sacristía y quedarán dichas paredes a tres pies de grueso bien cumplidos.

En cuanto a las características de los muros construidos, se cumple lo relativo al grosor de estos: 3 pies y medio en la parte inferior (98 cm) y tres pies en su parte superior (84 cm). En cuanto al punto en que se produce este cambio de espesor en el muro, resulta difícil medir ya que las alturas del terreno alrededor de la iglesia han debido cambiar. No pudimos comprobar ninguna medida relativa a las cimentaciones.

La responsión es una pilastra circular sobre los muros en la que apoyan los pilares. En esta iglesia miden aproximadamente 1 pie, con lo que quedarían

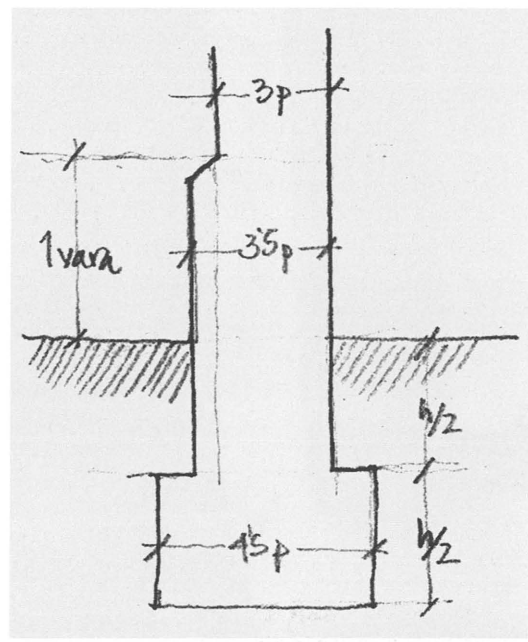


Figura 6
Sección por un muro, con las medidas dictadas por Rodrigo Gil en las condiciones

unos estribos de 7 pies, que cumplen una de las reglas góticas más difundidas: longitud del estribo = luz de la nave/4, si tomamos el ancho teórico de nave de 28 pies que fija Rodrigo Gil. En realidad, este ancho es casi un metro mayor (31 pies), y los estribos son de diferentes tamaños, pero cercanos a 7 pies. Rodrigo Gil recoge esta regla del cuarto de la luz en su tratado, junto a otras mucho más complejas para hallar las dimensiones del estribo.

> Ytem que todas estas dichas paredes y estribos han de ir muy bien asentados en plomo y nivel y cordel y muy bien ligadas y que las esquinas y rincones sean de buena piedra recia, labrada y todo lo demás muy buena mampostería con sus buenos perpiaños despiezados o enteros o en cola de milano de tapia en tapia de alto y de tapia en tapia de largo y que se vayan trastocando en los plomos a cada tapia de alto.

La composición de la fábrica de piedra es bastante heterogénea, con diferentes tipos de piedra y calidades en su construcción. En la primera etapa, cuando



Figura 7
Esquina muro sur - muro oeste. Se observa la disminución en la sección cierta altura sobre rasante

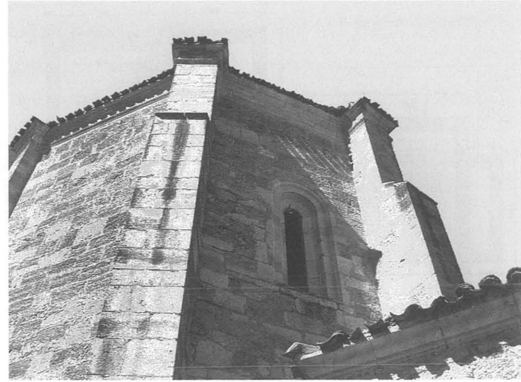


Figura 8
Vista de uno de los paños de la cabecera

se levantó la capilla del Comendador hacia 1540, quedan 2 paños en la fachada Sur, de los que uno está mucho mejor construido que el otro (fig. 3), con piedras de tamaño más homogéneo y mejor labradas. En la ampliación de la iglesia a partir de 1570, periodo al que se refieren estas condiciones, se utilizó una piedra igual o similar en aspecto que la anterior. Los muros están bastante bien hechos, con hiladas a nivel y sillería en las esquinas. No se pueden situar los perpiaños, en parte porque no se construye en esta etapa ningún paño grande (fig. 8), pero es seguro que existirán. Posteriormente, en la etapa en que se terminó la iglesia, se utilizó un tipo de piedra diferente, con rayas verticales, que aparece en la mitad de la fachada Sur y en gran parte de la Norte.

> Ytem que al elegimiento de las ventanas y mover de los cintreles corra por la parte de dentro una moldura que haga friso con cornisa y arquitrabe, que todo tenga pie y medio de alto y sea bien ordenado al romano y por la parte de fuera correrá la misma cornisa sola porque el friso se eche por la parte de dentro a fin del letrero y subirán estas paredes de alto siempre más que la clave mayor porqué los maderamientos se puedan bien armar sin perjuicio de ellos. Por remate se echará un tejaroz que vuele un pie y un tercio de pie y la sacristía fenecerá al corriente de su tejado debajo del elegimiento de las ventanas de la capilla mayor.

Se refiere Rodrigo Gil en este párrafo a la cornisa que efectivamente recorre tanto el exterior (fig. 10), formando el alero, como el interior «donde mueven los cintreles», es decir, a la altura en que las hiladas de piedra que forman las bóvedas dejan de ser horizontales. La frase «ordenado al romano» hace referencia a los gustos ornamentales renacentistas, que Rodrigo había empleado anteriormente en algunos de sus edificios civiles más importantes.

También fija la altura que deben tener los muros perimetrales, mas altos que la clave mayor para las bóvedas queden siempre por debajo de la armadura de cubierta (fig. 9).

> Ytem es especial condición que por cuanto un pilar que se puede decir columna que no tenía más de cuatro pies por su escuadría y la columna es redonda y la capilla que se hace hacer no hallaría estribo cuando le hubiese menester conviene sacarse planta desde los fundamentos así para el arco perpiaño como para los rincones de capilla mayor y cuerpo de iglesia y que esta planta responda a la otra su compañera que está en la pared donde está su estribo para que por de dentro de la iglesia parezcan una

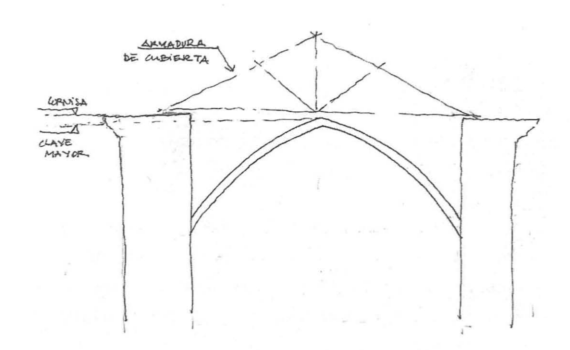


Figura 9
Sección por la cubierta. Esquema

misma cosa pues lo son y lo deben ser y que así salga el arco y crucería de la una parte como de la otra y es mucho de advertir que no suba mucho alto más la capilla de la iglesia que la capilla que esta hecha del señor comendador y que lo que ha de subir más sea lo que tiene mayor cintrel que serán seis pies y conviene que empiece a enjarjar esta capilla mayor al mismo alto y nivel que están enjarjadas las jarjas de la dicha capilla del señor comendador y de otra manera no tenía por segura la obra subiendo más alto de lo que dicho es, aunque se echase arbotante que se podría echar a mucha costa y aun habían de ser dos y siempre remiendo y siempre menos firme y mas feo y mucho mas costoso, y resuelvo me quede un cabo seria estribo perfecto fundado y elegido de lo firme y junto con la obra y lo otro el aire y queda averiguado que mueva la dicha mayor donde mueve la capilla que esta hecha y cuando mucho una hilada más alto.

Escribe Rodrigo Gil cómo resolver el punto más delicado de la obra, donde se encuentra lo construido (la capilla del Comendador), con la obra nueva (capilla mayor). Recomienda la construcción de un pilar circular de 4 pies de diámetro en sustitución del contrafuerte que debía existir en su lugar (fig. 11).

Esta medida de 4 pies (112 cm) se cumple a rajatabla, y su medida se aproxima a una norma para cal-

Figura 10
Cornisa exterior

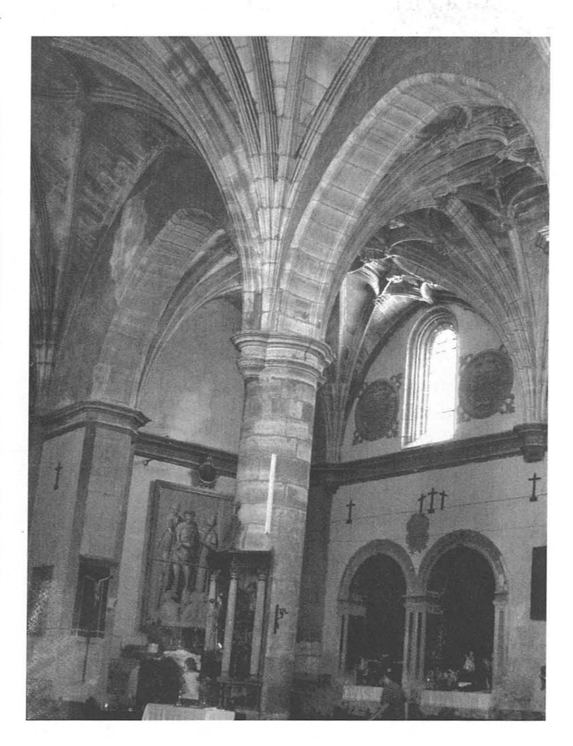


Figura 11
Pilar circular en el que se encuentran la capilla del Comendador y la nave

cular el grosor de pilares que el propio Rodrigo Gil da en su manuscrito:

$$\phi \text{ del pilar} = \frac{(\text{ancho tramo} + \text{largo tramo} + \text{altura del pilar})^{1/2}}{2}$$

Ancho tramo=28 pies
Largo tramo=29 pies — ϕ del pilar=4.55 pies
Altura del pilar=26 pies — (siguiendo esta fórmula)

Habla también del momento en que las bóvedas deben empezar a «mover», es decir, cuando los lechos de las piedras dejan de ser horizontales. Rodrigo recomienda que la bóveda que se va a construir «mueva» a la misma altura que la ya terminada. De esta manera el empuje de una se contrarresta con la otra evitando los arbotantes que habría que colocar si la nave central fuera más alta que la capilla construida. Esta recomendación sobre la ventaja de construir todas las naves a la misma altura la encontramos también en el manuscrito de Rodrigo Gil.

Esto también se sigue en la obra. En la figura 12 vemos como a ambos lados del pilar hay tres hiladas con los lechos horizontales, y a partir de este punto comienzan a «mover» las dos bóvedas a la vez.

> Ytem que la crucería y claves de la dicha capilla sea de piedra franca porque es labor agraciada y de poca costa y de la mejor piedra que se hallare en la comarca así crucería y claves como pendientes, arcos y ventanas todo perfectamente labrado, monteado y asentado y puesto en perfección y con todo primor según la obra lo requiere y la sacristía será de la misma piedra y de su bóveda y ventanas según la traza y para la capilla mayor haya sus tres ventanas conforme a la dicha traza.

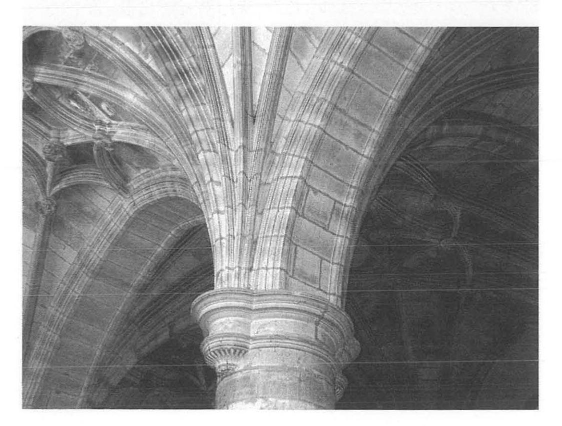


Figura 12
Detalle del arranque de las bóvedas en el pilar, con los arranques de las bóvedas a nivel

Por último, recomienda Rodrigo Gil la calidad de la piedra con la que deben tallarse claves y nervios: La palabra «piedra franca» parece una denominación común para las piedras blandas y fáciles del tallar,[10] quizá se refiera a calizas.

Conclusiones

En 1570, cuando Rodrigo Gil dibuja la traza y escribe estas condiciones, es un maestro experimentado;[11] es muy posible que ya haya escrito su manuscrito o que lo esté escribiendo en este momento. Algunas de las medidas utilizadas en este templo se ciñen a reglas dadas en este tratado, para proporcionar templos o dimensionar estribos y columnas. El tratado debió ser una recopilación de la experiencia constructiva de Rodrigo Gil, así que es razonable que lo aplicara y también que no lo hiciera de una manera estricta.

Juan del Camino fue bastante respetuoso con la traza dada por Rodrigo Gil. La costumbre de que un maestro cantero, a modo de aparejador, se encargara de la construcción de un edificio siguiendo la traza de otro maestro debió ser habitual en esta época, sobre todo en el caso de importantes maestros como Rodrigo Gil, que se encargaban simultáneamente de muchas obras, pasando un tiempo en las mayores de ellas (las catedrales de Segovia y Salamanca, en el caso de Rodrigo) y dando la traza y visitando de vez en cuando la marcha de las más pequeñas.

El trabajo que realiza Rodrigo Gil en la iglesia de Vegas de Matute es bastante parecido al que actualmente haría un arquitecto,[12] separándose de la función del maestro de obras medieval y anunciando los nuevos tiempos del Renacimiento. Rodrigo se formó en la tradición gótica del maestro y aprendiz (trabajando con su padre, Juan Gil de Hontañón), pero al final de su vida tanto por el tipo de trabajo que desempeña como por el hecho de que escribiera un manuscrito para difundir sus conocimientos, su espíritu era renacentista, a pesar de seguir construyendo con formas góticas.

NOTAS

1. El origen de esta comunicación es un trabajo de doctorado realizado dentro del curso «La scientia medieval de las estructuras», a cargo de los profesores Antonio Ruiz Hernando y Santiago Huerta Fernández. Este trabajo se complementaba con el de otros tres alumnos: José Enrique Asenjo, Joaquín García Llaneza y Federico Wulff, dedicados al mismo edificio; algunos de los datos publicados se deben a su colaboración, en especial a la cuidadosa toma de medidas llevada a cabo en Junio del 2000.
2. En esta capilla manda Pedro de Segovia (padre de Juan) enterrar a sus padres (Casaseca, 1988)
3. Moreno Alcalde, 1973
4. Rodrigo Gil era, en la fecha en que escribió esta carta, el maestro de obras de la catedral de Segovia. Al parecer, era común en la época mandar a revisar las trazas de las pequeñas iglesias de la diócesis (o incluso que la sean encargadas, como en este caso ofrece el propio Rodrigo) a la persona que ocupaba este cargo (Hoag, 1985)
5. Moreno Alcalde,1973.
6. Moreno Alcalde, 1973.
7. En el s. XVI, los contratos de obras se establecían de dos formas: por maestría (el cliente contrataba a un maestro y unos canteros con un salario fijo, se encargaba del abastecimiento de materiales y llevaba la contabilidad) y a destajo (el cliente contrataba a un maestro que se comprometía a terminar la obra en un plazo y por una cantidad de dinero, el contrataba a los canteros y llevaba la contabilidad). El segundo sistema era el más habitual en pequeñas obras como esta, pero Rodrigo Gil prefería el primero, que le parecía daba más calidad a las obras (Hoag,1985). El contrato en Vegas de Matute era un intermedio entre ambos: Juan del Camino se encargaba de contratar la mano de obra y se comprometía a terminar en un plazo fijo la obra, pero el cliente se encargaba del acopio de materiales.
8. El «pitipie» es una escala gráfica que hay dibujada en la traza (figura 3). La palabra viene del francés «pètit pié».
9. El manuscrito de Rodrigo Gil no fue publicado por él, salió a la luz mucho más tarde, en 1681, como los seis capítulos iniciales del *Compendio de arquitectura y simetría de los templos*, de Simón García.
10. En los documentos relativos a la catedral de Segovia, queda reflejado que los canteros cobraban cuatro veces más cuando labraban bloques de granito que cuando trabajaban con esta «piedra franca» (Hoag, 1985). En la catedral de Segovia, la piedra franca debió ser la «piedra del Parral» una caliza que se extraía de una cantera cercana. En Vegas de Matute pudo usarse èsta, dada la cercania, u otra de similares características.
11. Rodrigo Gil nació en 1500, luego tiene 70 años en estas fechas; comenzó a trabajar con su padre, Juan Gil de Hontañón cuando era muy joven y a la muerte de este, en 1526, se hace cargo de muchas de sus obras ya iniciadas, entre ellas la catedral de Segovia.
12. La palabra arquitecto, ligada al Renacimiento, se generaliza en España a finales del siglo XVI. Algunos coetáneos de Rodrigo Gil se denominaban así, sin embargo él siempre se designará a si mismo como "maestro de obras" (Hoag, 1985)

LISTADO DE REFERENCIAS

Casaseca Casaseca, Antonio. 1988. *Rodrigo Gil de Hontañón. (Rascafría 1500-Segovia 1577)*

Salamanca: Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Bienestar Social.

Gil de Hontañon, Rodrigo. *Condiciones para la construcción de la Iglesia de Vegas de Matute (Segovia).* Archivo de la Catedral de Segovia, vitrina 9, carpeta IV.

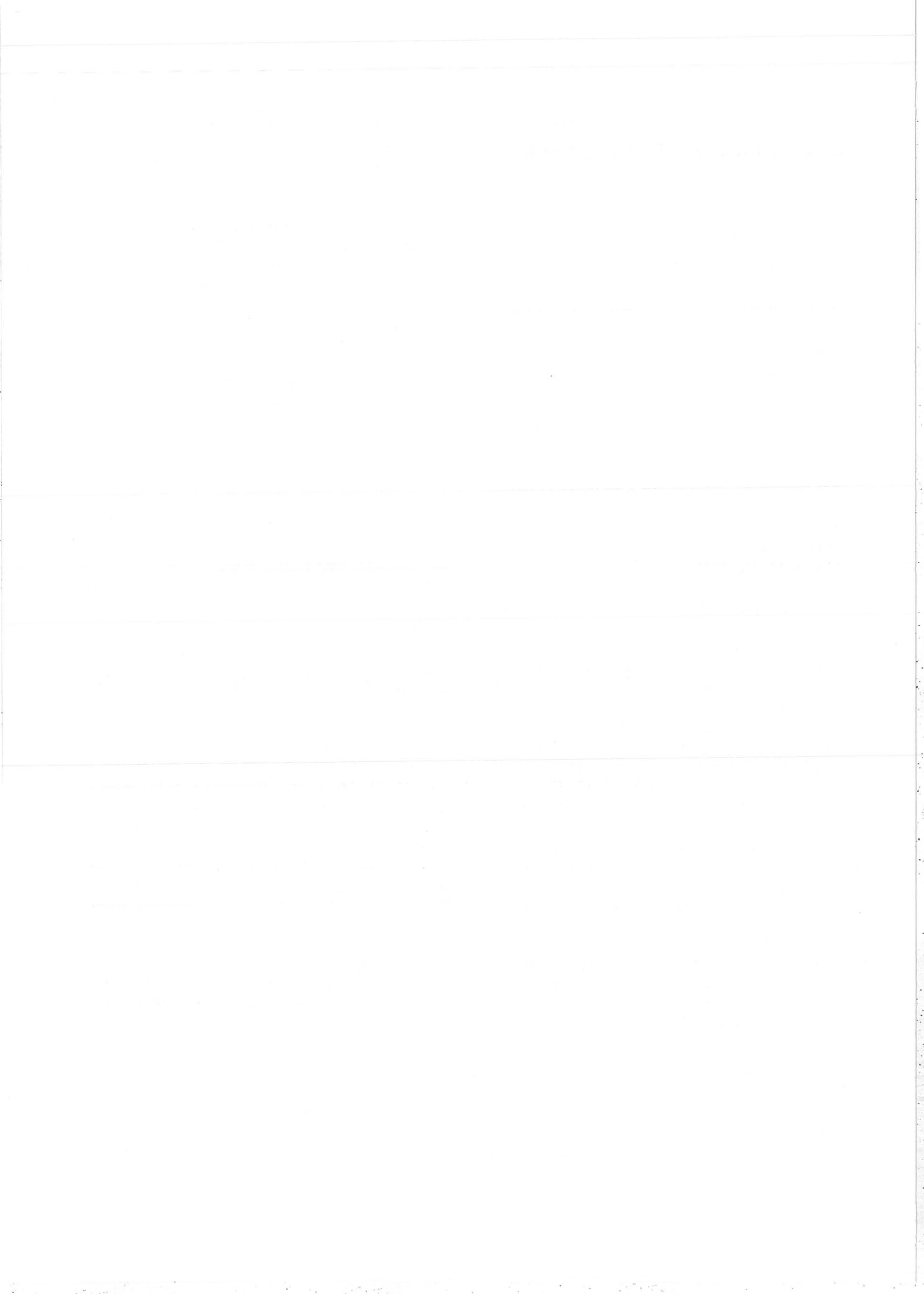
Hoag, JohnD. 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del s. XVI.* Madrid: Xarait. Ed.

Kubler, G. 1944. A late gothic computation of rib vault thrusts. *Gazette des Beaux-Arts*, 6° ser. 26: 135–148.

Moreno Alcalde, María. 1973. Rodrigo Gil de Hontañón y la iglesia de Vegas de Matute. *Revista de la Universidad Complutense,* 22, n° 87: 183–208. Madrid: Universidad Complutense,

Sanabria, Sergio. 1982. The Mechanization of design in the 16th Century: The Structural Formulae of Rodrigo Gil de Hontañón. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 41: 281–293.

Sanabria, Sergio. 2003. Rodrigo Gil de Hontañón's new arithmetical structural rules at the parish church in Villamor de los Escuderos. En *Proceeding of the First International Congress on Construction History*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.



Los nuevos materiales, impulsores de la arquitectura moderna. El hormigón armado en la obra de H. P. Berlage

Ana Rodríguez García

La aparición de nuevos materiales y métodos constructivos a finales del siglo XIX, supuso un profundo cambio en Arquitectura, que junto con otros factores, cristalizó a principios del siglo XX en el Movimiento Moderno. En este periodo de transición, en el que conviven los sistemas tradicionales y los nuevos, se produce una arquitectura ecléctica de resultados desiguales. El acero y el hormigón modernos son rápidamente incorporados por los ingenieros a sus realizaciones como estaciones de ferrocarril, grandes invernaderos y puentes.

Sin embargo el arquitecto se encuentra en una nueva situación, tensionado entre el respeto a la historia y a la tradición que puede llegar a ser un pesado lastre, y la admiración por la técnica y el temor a la destrucción del arte. En ese debate, en el que una parte importante de la profesión se mantiene en la idea de que no es posible hacer gran Arquitectura con los nuevos materiales, una serie de grandes maestros (Wagner, Loos, Berlage . . .) plantearán que la necesidad urgente del cambio en la arquitectura, tiene que partir de la construcción.

En 1896, Otto Wagner publica *Modern Architektur*[1] con un capítulo íntegramente dedicado a la construcción, en el que se recogen con una impresionante certeza una serie de postulados fundamentales que resisten cualquier análisis a fecha actual (Wagner [1896] 1993).

> El arquitecto siempre tiene que desarrollar la forma artística a partir de la construcción . . . Toda forma arquitectónica ha surgido de la construcción y a continuación, se ha convertido en forma artística . . . Por lo tanto, se puede decir con toda seguridad que unas finalidades nuevas y unos métodos de construir nuevos han de provocar por necesidad la aparición de nuevas formas . . . Entre los materiales que influyen especialmente en los modernos métodos de construcción, el hierro (y el hormigón —añadido en 1914—) son quienes juegan, por supuesto el papel principal. Sus formas constructivas son las menos aptas para introducirse en el mundo de formas que hemos heredado.

Es decir, el arquitecto afronta una nueva situación en la que, frente al pasado, debe intencionar y definir el empleo del material y su relación con los nuevos sistemas constructivos, entre un abanico de posibilidades como nunca anteriormente se había dado, y tiene que generar nuevas respuestas arquitectónicas. Así surgirían una serie de grandes obras como la Caja Postal de Ahorros en Viena (1904–1912), en la que Wagner desarrolla nuevas técnicas de empleo de la piedra como aplacado, y en el que detalle técnico se convierte en ornamento, o el edificio de viviendas en la rue Franklin en Paris en 1903, donde por primera vez la estructura de hormigón armado queda vista y adopta soluciones en voladizo, y que entre otras posibilitan el Movimiento Moderno y su desarrollo. En este contexto, la figura clave en Holanda, quizá el país que en conjunto desarrolló el más potente y fructífero Movimiento Moderno, es Hendrik Petrus Berlage (1856–1934). El interés de Berlage por los nuevos materiales acero y hormigón y la necesidad

de encontrar una nueva arquitectura a partir de la construcción como elemento fundamental y regenerador, está patente en toda su trayectoria.

El hormigón armado en su planteamiento teórico

Berlage desarrolló una importante obra teórica, con numerosos escritos,[2] muchos de los cuales se publicaron en distintos idiomas y en más de un formato (Polano 1987; Boyd White 1996).

En abril de 1904, se celebró en Madrid el 4º Congreso Internacional de Arquitectos. En el tema 4º «Influencia de los procedimientos modernos de construcción en la forma artística», «Influence des procedes modernes de construction dans la forme artistique», participan entre otros P. J. H. Cuypers, y H. P. Berlage, arquitectos en Ámsterdam, Guastavino, arquitecto en Nueva York, y Fort, y Jalvo y Millán, como arquitectos en Madrid, y en la que queda patente la posición de Berlage al respecto (Berlage 1904). En su exposición se posiciona frente a otros, respecto a la importancia del hierro y el hormigón, y la necesidad por parte de los arquitectos de conocerlos.

> Hace falta conocer el material para llegar a la forma artística . . . Falta un desarrollo arquitectónico de los nuevos materiales.

Manteniendo su interés por el acero, ya con un cierto desarrollo en construcción de estaciones de ferrocarril, grandes invernaderos y puentes, sin embargo plantea el inconveniente de su comportamiento ante el fuego y las consiguientes reglas legisladas que obligan a que en el interior de los edificios no sea visible. El hecho de tener que revestirlo hace que lo vea con menos proyección hacia el futuro desde el punto de vista de la arquitectura, que el hormigón armado, del que expone:

> Es probable que el hormigón armado sea la causa de una evolución total de la arquitectura. Es absolutamente necesario que los arquitectos estudien sus formas artísticas desde ahora, si quieren permanecer como maestros de su arte.

En su ensayo Sobre el probable desarrollo de la arquitectura,[3] «Over de waarschijnlijke der architectuur», expone su planteamiento sobre el hormigón armado, con una serie de reflexiones en las que analiza sus cualidades técnicas y estéticas, así como el convencimiento en la necesidad de su empleo como material de la arquitectura del futuro, incluso con la incertidumbre que le supone entender que ello iba a conducir a una arquitectura formalmente nueva respecto a todos los referentes anteriores (Berlage 1905).

Comienza haciendo referencia a otro ensayo de ese mismo año, Reflexiones sobre el Estilo en Arquitectura, en el explica que la ausencia de estilo de su tiempo de debe a que un estilo solo se puede desarrollar desde un fundamento espiritual. Significa que estilo, no es más que la forma material de una idea universal, el producto de un ideal espiritual comunitario. Considera su tiempo como un periodo intermedio entre dos eras culturales, en la que todas las expresiones de los estilos neohistoricistas pueden ser consideradas como episodios pasajeros.

En él, un arquitecto es como un niño, y el ejercicio de la profesión es mucho más difícil y complicado de lo que lo era, en el sentido del aprendizaje y de los nuevos retos que se le plantean. Una de las mayores dificultades de la profesión de arquitecto en ese momento, es el estudio de los diversos materiales de construcción, refiriéndose con ello al estudio de los avances de la industria de la edificación que son verdaderamente nuevos y que un arquitecto serio no puede ignorar, diferenciándolos de los materiales de imitación que define como esos inventos perniciosos de una industria solo interesada en el beneficio y cuyo uso siempre comprometerá al arquitecto, porque el empleo de imitaciones no tiene defensa, ni estilísticamente, ni por principio.

Aunque afirma que es el beneficio económico lo que guía a la industria a desarrollar innovaciones que afectan a los materiales en uso, no niega que la tecnología aporta grandes beneficios que superan las limitaciones de los materiales tradicionales.

Después de una larga disertación sobre el acero y su desarrollo fallido en la arquitectura por su comportamiento ante el fuego y la normativa desarrollada al respecto que considera en muchos casos exagerada, termina con una cita a su exposición en el Congreso de Madrid, antes de entrar a desarrollar las cualidades del hormigón.

> Debemos considerar como una regla, que el hierro en los edificios tiene que mantenerse oculto a la vista, necesita ser recubierto. Como material de construcción, tiene sen-

> tido únicamente como medula interna, y no tiene más importancia estilísticamente. Este desarrollo del hierro es verdaderamente lamentable, pero luchar contar ello es como golpearse la cabeza contra un muro de ladrillo.

En este sentido considera que un nuevo avance, que solucione estas cuestiones al simplificar el tema del revestimiento, es de la mayor importancia para el desarrollo de la arquitectura. Berlage está hablando del hormigón armado al que considera, después del hierro, como la innovación más importante en el campo de los materiales de construcción. Puede incluso que el más importante, ya que el hormigón ofrece todas aquellas cualidades que el hierro no tiene y combina las características de la piedra y el hierro. También aporta la construcción de una superficie sin juntas, el muro sin uniones, algo que el muro de piedra, incluso terminado con mortero es incapaz de aportar. Además, permite la unión recta entre dos puntos de apoyo, casi podemos decir que en cualquier dimensión.

Explica con admiración como posibilita la construcción, técnicamente perfecta, de los dos elementos más importantes de la arquitectura: el muro y la unión entre dos puntos de apoyo. Además permite unir el suelo y el techo en un solo elemento y hacerlo del tamaño que se quiera, de forma que el nuevo material triunfa técnicamente sobre todos los problemas de los materiales anteriores y libera al arquitecto de las limitaciones que tuvo en el pasado (figs. 1, 2 y 3).

Admite que hay todavía relativamente poca experiencia respecto a este nuevo material, y que es posible que se este sobrestimando, como ocurrió con el hierro, ya que se esta solo al comienzo de su aplicación, aunque su potencial aumenta cada día, augurando su uso cada vez mayor como material de futuro incluso en edificios monumentales.

Se siente preocupado con esta posibilidad si provoca un caos estilístico, pero expone mediante una serie de preguntas su convencimiento los beneficios de su empleo. ¿No es el hormigón armado entera-

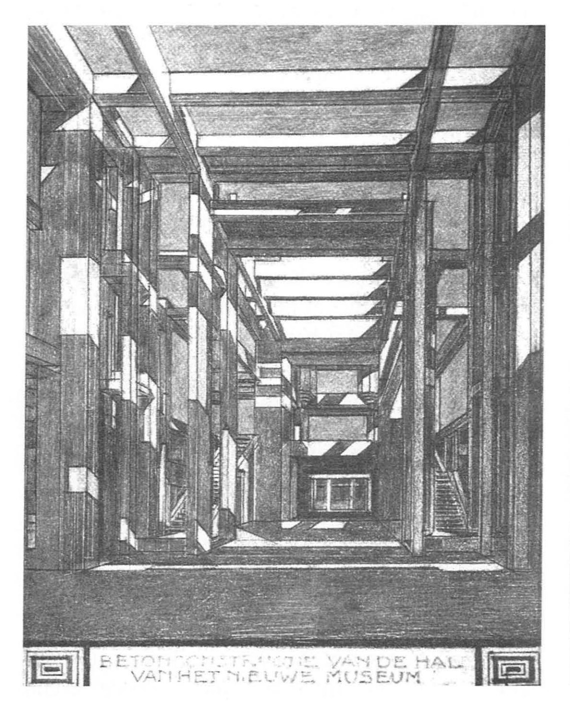


Figura 1
Museo Municipal de la Haya. Dibujo de la construcción en hormigón del vestíbulo del Museo. Septiembre 1932



Figura 2
Museo Municipal de la Haya. Construcción en hormigón del vestíbulo del Museo. 6 de septiembre de 1932



Figura 3
Museo Municipal de la Haya. Vista del interior del vestíbulo del Museo terminado. (Fotografía 1969)

mente acorde con el desarrollo arquitectónico de nuestro tiempo? ¿No satisface el deseo de realizar superficies sin juntas y uniones, así como prácticamente todos los requerimientos de higiene y prevención contra el fuego? Finalmente, ¿no posibilita las repetidas tentativas de crear un estilo para la cultura que viene, que es el estilo del objeto sin decoración, de la construcción sin ornamentos, de la satisfactoria belleza del material en si mismo?

A continuación, se plantea una pregunta clave en ese momento ¿qué iba a significar estéticamente un edificio hecho totalmente con hormigón?, para analizar varios aspectos que implican su empleo. En primer lugar, implica el cambio conceptual del plano del muro tal y como se conocía hasta ese momento, al desaparecer los profundos huecos de los muros de fábrica, y consecuentemente el efecto de sus sombras, ya que la construcción con hormigón conlleva espesores mucho menores. También implica la desaparición del concepto de construcción generada armónicamente con la naturaleza, ya que la piedra y el ladrillo, al ser elementos naturales lo es también su aspecto y color, mientras que el hormigón en ese sentido no es un material natural. En general, significa una arquitectura despojada de todas las cualidades de belleza que se encontraban en los monumentos antiguos.

Berlage reconoce que ve venir esa nueva arquitectura con cierto temor, para a continuación enfatizar su convencimiento de la necesidad por parte de los arquitectos de aceptarla por las mencionadas cualidades técnicas. Para ello, plantea la posibilidad y necesidad de un cambio en el concepto establecido de belleza, no entendiendo que este sea equivocado, sino que con el nuevo material se va a conseguir un resultado estético y un concepto de belleza arquitectónicamente diferente a la del pasado, por que el hormigón no posee la masividad ni la belleza de la piedra natural. Sin embargo encarna otros factores que gradualmente se irán reconociendo como belleza, y tiene que ser un nuevo arquitecto el que establezca su forma definitiva.

Vuelve a una reflexión realizada en otro punto del ensayo sobre el, en su opinión, conflicto estético existente entre el hierro y la piedra, para explicar como lo resuelve el hormigón, ya que encuentra que en las grandes luces que se necesitan en ese momento, en general no comparables a los requerimientos del pasado, hay siempre una falta de armonía entre la cubierta de hierro y el resto del edificio, por la ligereza y movilidad del hierro y la masividad de la piedra. Y considerando el hecho que el muro de hormigón armado es de poco espesor, ya que a causa de su composición no necesita ser grueso, cree que podría generarse una unidad armoniosa si se colocan juntos, especialmente porque el muro también contiene elementos de hierro. Así habrá una similitud estilística entre el muro y la cubierta. Pone ejemplos de la rápida evolución del material en las obras de ingeniería. Desde el punto de vista de la arquitectura, excluye las realizaciones parciales y en interiores, y centra su interés en la iglesia de Sanint Jean de Montmartre, construida en 1904 por Baudot como un intento muy temprano del uso del hormigón armado para un edificio completo, incluso para uno tan monumental como una iglesia.

Berlage va desarrollando su discurso hasta llegar al convencimiento que su uso es «incluso» apropiado para edificios monumentales, partiendo del hecho que los materiales son apropiados o recomendables, cuando se les usa adecuadamente según sus características. Es de la opinión que el hormigón armado no

solo tiene virtudes prácticas, sino estilísticas, ya que en esencia está relacionado con los seres vivos de la naturaleza, y en ese sentido se aproxima a una construcción orgánica. Para ello compara el nuevo material con el cuerpo animal, estableciendo entre ellos grandes similitudes, ya que ambos tienen una estructura interior, el acero en uno, y el esqueleto óseo en el otro, y se podría comparar la masa corporal exterior con la envolvente de hormigón.

También plantea que hay que tener en cuenta las nuevas posibilidades de otros materiales de construcción del momento, caracterizados por la posibilidad de superficies sin uniones como los vidrios de gran tamaño y los suelos continuos asfálticos. Opina que estos aspectos ya son suficientes para llegar a la convicción de que paulatinamente estamos avocados a una nueva forma construida con un aspecto muy diferente al del pasado, y que se caracteriza por el muro de poco espesor, sin uniones de material, y de acuerdo a su esencia sin decoración. En este punto, Berlage plantea su convencimiento en una cultura futura, en la que la forma tectónica que no sea una resultado inmediato sin decoración, porque para el es una necesidad natural del ser humano, y no cree posible el arte carente totalmente de ornamentos, ya que eso sería en si mismo una paradoja.

El hormigón armado en su obra construida

- Vivienda experimental en Santport. 1911.
- Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en La Haya. Proyecto 1921–1922, construcción 1924–1927.
- Quiosco de flores en el Buitenhof, La Haya. 1924–1925.
- Edificio para la Primera Iglesia de Cristo Científica, La Haya. Proyecto 1925, construcción 1925–1926.
- Museo Municipal de La Haya: Proyecto construido 1927–1929, construcción 1931–1935.

La obra de Berlage construida en hormigón armado, es un proceso de investigación en la búsqueda de respuestas a nuevos problemas arquitectónicos abordado desde el uso de los materiales, y es el resultado de un conjunto de planteamientos teóricos, influencias, y circunstancias históricas. El desarrollo que se produce entre la primera y última obra lo expresa claramente. En cada una de ellas investiga una solución diferente a la anterior, que a su vez genera otra nueva cuestión, especialmente en lo referente a las relaciones entre estructura y cerramiento.

Planteamientos teóricos sobre el hormigón armado

Algunos de sus planteamientos a nivel teórico sobre el hormigón armado, explicados anteriormente a través de uno de sus escritos más importantes, que en el caso de Berlage son también éticos y estéticos, tienen especial trascendencia en su obra construida.

1. La admiración por las nuevas posibilidades técnicas del hormigón, que permite realizar en una sola pieza elementos de unión entre el suelo y el techo, y en horizontal entre dos puntos de apoyo salvando luces importantes, es decir vigas y pilares de sección recta.
2. La posibilidad de realizar los elementos verticales y horizontales de estructura con el mismo material.
3. La necesidad por parte de los arquitectos de dar una respuesta formal adecuada al nuevo material, más desarrollado en las obras de ingeniería, especialmente en lo que se refiere a los grandes edificios de arquitectura publica, monumental, o religiosa, frente al concepto establecido de belleza en la arquitectura del pasado.
4. Su preocupación por la apariencia y color del acabado en hormigón, siendo este el aspecto que encuentra más desfavorable del nuevo material al no ser acorde con la naturaleza.

El desarrollo y evolución de las patentes de hormigón armado

El resultado formal de los primeros edificios realizados en hormigón armado, va unido en gran medida a los condicionantes de las numerosas patentes surgidas en los inicios del hormigón armado, primero para realizar elementos y posteriormente sistemas completos.

El primer acercamiento de Berlage a nivel práctico al hormigón, es en 1911, fecha en que colabora en la realización la una vivienda experimental construida

en hormigón vertido, en Santpoort al norte de Haarlem, desarrollada en dos plantas con un sistema completo de encofrado en toda su altura y vertido de una vez. Promovida por el Consorcio para la Monogram Construction Company, una sociedad americano-holandesa formada en 1909 en Nueva York para construir internacionalmente viviendas de hormigón realizado in situ con una patente de Th. A. Edison, fue la primera construida por la compañía quedando posteriormente el proyecto internacional sin continuidad (figs. 4 y 5).

Con independencia de las causas técnicas y de los intereses de la industria local, que originaron esa falta de continuidad posterior, casi con seguridad esta experiencia no le satisfizo, en el sentido de estar demasiado condicionado por el propio sistema. Cuando en los años posteriores vuelve a emplear el hormigón, lo hará en forma diferente, de manera que la estructura de los edificios que realiza, pueda expresar claramente sus planteamientos, e investigar las posibilidades constructivas y formales del material.

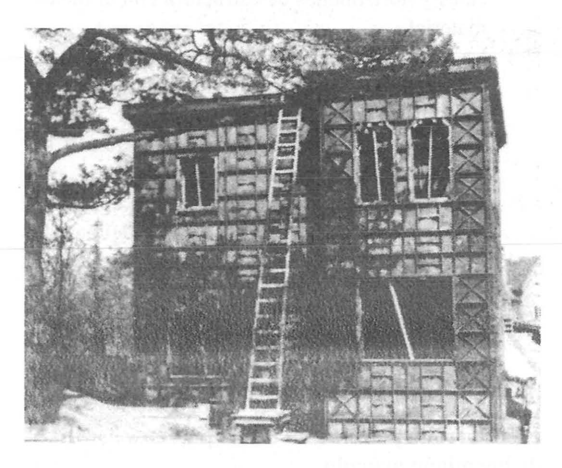


Figura 4
Vivienda experimental en Santpoot, 1911. Construcción monolítica en hormigón armado. Montaje del encofrado completo

Influencia de la arquitectura americana

En 1911 Berlage realiza un viaje a Estados Unidos fundamental para el desarrollo de su obra posterior,

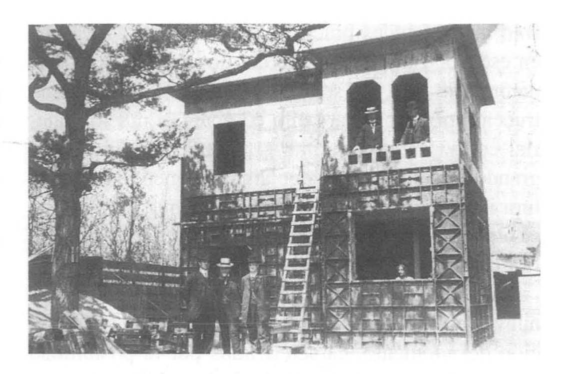


Figura 5
Vivienda experimental en Santpoot, 1911. Construcción monolítica en hormigón armado. Vista de la obra en el proceso de desencofrado. Berlage, en el centro del grupo de tres

en el que queda fuertemente impresionado por la arquitectura americana y sus métodos de construcción, y por la obra de Richardson, Sullivan y en particular por la de Frank Lloyd Wright. Berlage fue un profundo admirador y difusor de la obra de Wright en Holanda y Europa.

El desarrollo y depuración de la fábrica diáfana mediante estructuras reticulares de hormigón armado vistas en fachada, especialmente a partir de las patentes de Ernest L. Ransome, y favorecido por las necesidades espaciales de la naciente industria del automóvil, tuvieron especial difusión e influencia en Europa[4] a través de las realizaciones en Detroit de Albert y Julius Kahn.

El Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en la Haya, al que Dudock añadió otra planta en 1954 según los planos de Berlage de 1934, está construido con una estructura reticular de hormigón armado vista en fachada. Su aspecto exterior recuerda el edificio Ford Old Shop, en Highland Park en Detroit, Michigan, de 1908, realizado por Albert Kahn y Edward Grey, y en él se aprecian otras influencias como la del edificio Larkin de Wright en la organización de los espacios diáfanos de trabajo (fig. 6). En el Museo Municipal de La Haya, es conocida la influencia de la obra de Wright. Sin embargo, y a pesar de estas influencias, sus obras mantienen una impronta personal que las hace singulares e inconfundibles, propias del ámbito geográfico y teórico en el que fueron construidas.

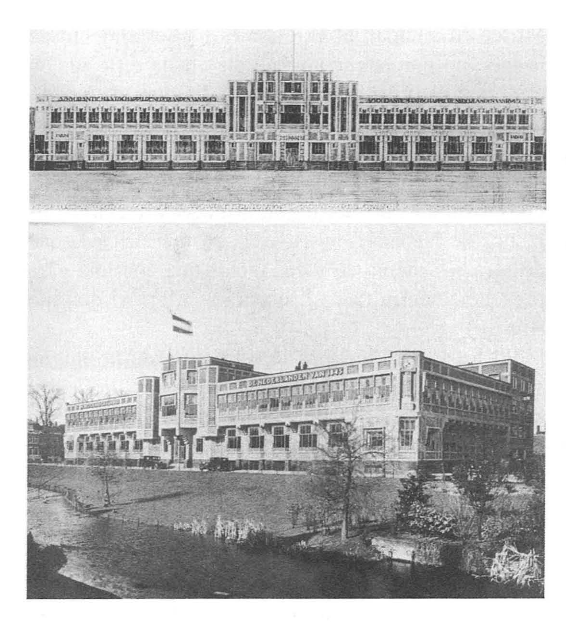


Figura 6
Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en La Haya (proyecto de 1921–1922, construcción en 1924–1927). Dibujo de la fachada principal (octubre 1922), y vista del edificio en una fotografía del momento

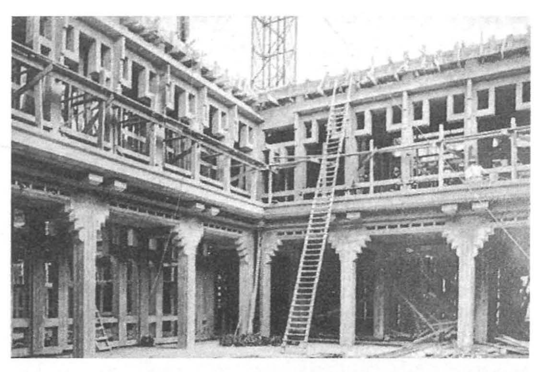


Figura 7
Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en La Haya. Construcción de la estructura en hormigón armado de las salas interiores. Uso de formas escalonadas en capiteles que se repiten en el interior y en el exterior

Tratamiento del hormigón visto

El aspecto que encuentra más desfavorable del nuevo material es su apariencia y color gris, propios de un material no natural.

El edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845, es su primera obra importante en hormigón armado. Realizado con grava gruesa y un tratamiento superficial abujardado, es prácticamente la única vez que quedará visto al exterior del edificio. Muestra el interés de Berlage por investigar la forma y construcción adecuadas al nuevo material. Trata capiteles y ménsulas de forma escalonada, en modo parecido a las tallas en piedra de sus obras anteriores, y que después de esta experiencia no volverá a realizar en hormigón. Evolucionará hacia formas simples en los elementos verticales y horizontales, conformando en conjunto resultados de gran potencia espacial y constructiva, como en el Museo de La Haya (figs. 7, 8 y 9). Su otra obra en hormigón visto al exterior es un pequeño quiosco de flores, prensa, y aseos, de 1924–25, con decoraciones de cerámica.

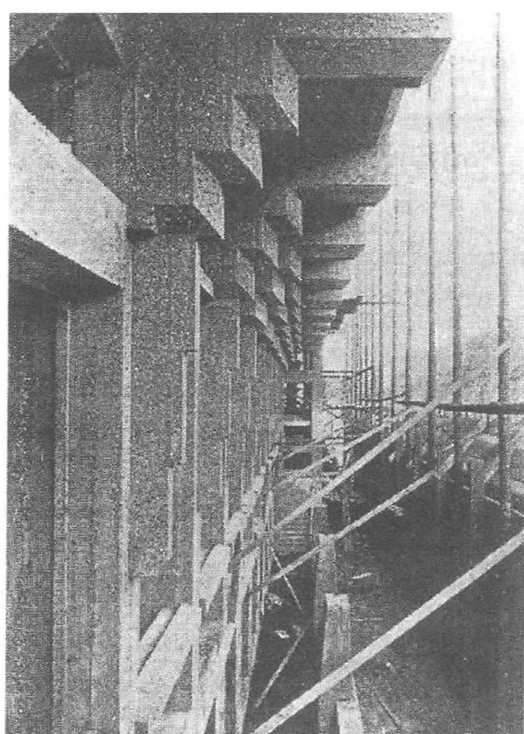


Figura 8
Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en La Haya. Construcción de la estructura en hormigón armado. Uso de formas escalonadas en el exterior de planta baja

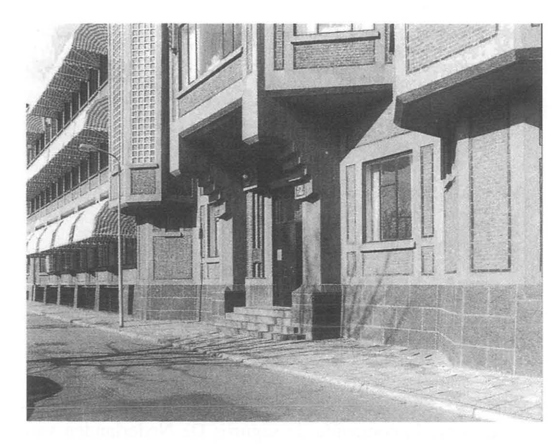


Figura 9
Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en La Haya. Vista del acceso

El resto de sus realizaciones en hormigón, en las que la estructura queda vista al interior, esta se trata con un revestimiento ligero de mortero y pintura, que considera válido y adecuado al no ser el hormigón un material natural. En el Museo Municipal, en los paramentos interiores entre elementos portantes, emplea además cerámica vidriada de colores, que resalta aún más la potente estructura de pórticos de sección recta, en la que ya no realiza ninguna forma escalonada semejante a las empleadas en el edificio de la compañía de seguros.

Relación entre estructura y cerramiento

Después de la vivienda experimental de 1911, prácticamente no volverá a trabajar con hormigón hasta el Edificio para la compañía de seguros De Nederlanden van 1845 en la Haya (1920–1927). Este edificio se desarrolló en el periodo entre el primer proyecto para el Museo Municipal de la Haya (1919–1920), y el segundo finalmente construido (1928–1935), y la experiencia adquirida en su desarrollo y construcción claramente influyó en el nuevo planteamiento del proyecto definitivo del Museo, radicalmente diferente al inicial. En el edificio de la compañía de seguros, la estructura de hormigón queda vista en fachada como una gran retícula, cuyos paños se completan con ladrillo, y grandes ventanales, mientras que en el Museo Municipal, el exterior es un cerramiento de ladrillo no portante, cualidad que queda reflejada en el tratamiento del aparejo, y la estructura de hormigón se remarca únicamente al interior.

Entre ambos, realiza también en La Haya, el edificio para la Primera Iglesia de Cristo Científica con una estructura de hormigón armado situada en los planos de fachada y vista hacia el interior en la que destaca el sistema de vigas rectas que con una gran presencia permiten el espacio interior diáfano (fig. 10).

En las tres soluciones la estructura de hormigón siempre esta intencionadamente presente en el edificio, y las tres evidencian además de la investigación sobre las posibilidades intrínsecas del material, la reflexión sobre la relación independiente o no, entre estructura y cerramiento, uno de los temas fundamentales de la arquitectura moderna desde la aparición del acero y el hormigón. Así, en el edificio de la



Figura 10
Edificio para la Primera Iglesia de Cristo Científica (1925–1926). Estructura de hormigón armado vista al interior del espacio principal

Compañía de Seguros, la estructura y el cerramiento coinciden en el mismo plano aunque están visualmente diferenciadas al exterior.

En la Iglesia de Cristo Científica, aunque también coinciden en el mismo plano, el ladrillo la oculta en su mayor parte. No obstante, y aunque el ladrillo está colocado con un aparejo convencional, la formación y disposición de los huecos, que en algunos casos abren horizontalmente la fachada, nos muestran al exterior que la estructura no es la tradicional de fabrica.

Finalmente en el Museo Municipal, se distinguen claramente estructura y cerramiento (fig. 11). Tanto por tamaño como por el resultado final es, junto con la Bolsa de Ámsterdam, su obra más importante.

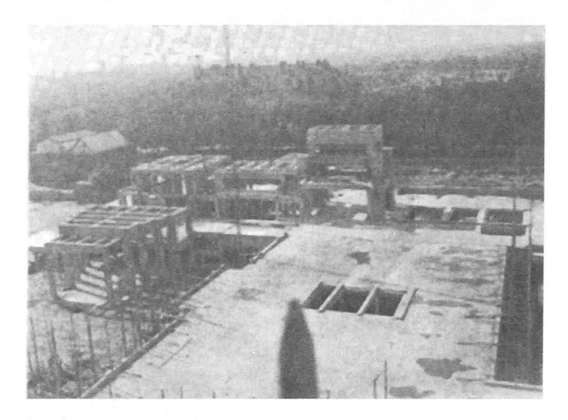


Figura 11
Museo Municipal de Haya. Construcción de la estructura de hormigón armado. Vista aérea de la zona del vestíbulo principal ya realizada. 15 de septiembre de 1932

La estructura esta formada por un entramado de pórticos de hormigón armado que conforman los espacios interiores del Museo (figs. 12 y 13). La obra de hormigón, que ha tenido muy buen comportamiento al paso del tiempo, se realizó con el asesoramiento de dos ingenieros de los servicios municipales, especialmente con la de Y. M. D. Kentie, cuya obra en sus comienzos estuvo muy influenciada por la de Berlage, y que conocía bien la técnica relativamente nueva del hormigón armado como autor del libro *Geeaped beton in het gebow,* publicado en 1930 justo antes del comienzo de las obras del Museo, a petición de la Asociación de productores de hormigón (Betonvereniging).

La estructura tiene dos aspectos inusuales en aquel momento y que explican el buen comportamiento posterior del edificio. Uno es la división de la estructura en seis partes mediante juntas de dilatación, y el otro, la decisión tomada una vez empezadas las obras de realizar la cimentación de losas de hormigón a más profundidad de la prevista inicialmente, al descubrir dos bolsas de turba no detectadas en las prospecciones iniciales. Los dos ingenieros propusieron situarla a dicho nivel con la previsión, confirmada con los años, de que solo descendería solo unos milímetros. (Singelenberg 1974, Singelenberg 1995).

El cerramiento se dispone como una piel exterior en la que varias decisiones en su diseño y construcción muestran intencionadamente que no es un elemento portante (fig. 14). El más conocido es la colocación del ladrillo formando un aparejo no resistente, casi como la urdimbre de un elemento textil, en la que la elección del color amarillo también es significativa respecto a sus otras obras de ladrillo. Pero hay otros signos como la forma en la que los paños de ladrillo avanzan y se retranquean formando planos escalonados, o el tratamiento de los volúmenes en sus encuentros en esquina (fig. 15). Aunque cerramiento y estructura son independientes, en ambos casos las

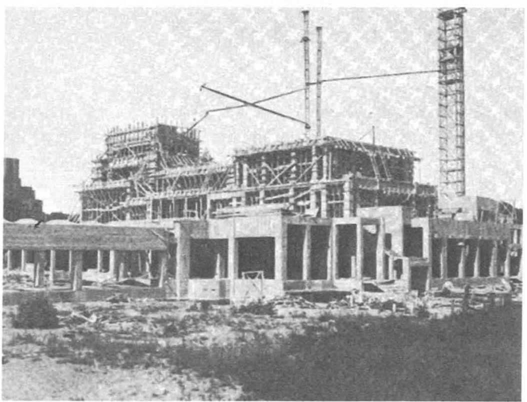


Figura 12
Museo Municipal de Haya. Construcción de la estructura de hormigón armado durante el hormigonado de la zona del vestíbulo principal. 22 de julio de 1932

dimensiones están moduladas en función de las de la pieza cerámica empleada.

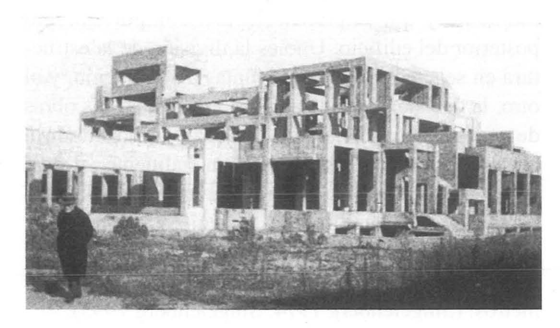


Figura 13
Museo Municipal de Haya. Construcción de la estructura de hormigón armado. Vista de la zona del vestíbulo principal ya desencofrada. 15 de septiembre de 1932. Berlage a la izquierda de la imagen

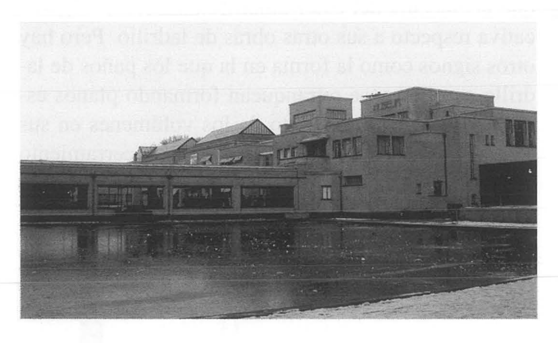


Figura 14
Museo Municipal de Haya. Vista del edificio en enero de 2004. La imagen se corresponde con el punto de vista de las figuras 12 y 13



Figura 15
Museo Municipal de Haya. Muros de cerramiento no portantes. Tratamiento de los volúmenes en sus encuentros en esquina y colocación del ladrillo formando un aparejo no resistente

NOTAS

1. *Modern Architektur* se publicó por primera vez en 1896, con varias reediciones y revisiones a cargo del propio Wagner en 1898, 1902, y 1914, incluido el cambio de título. La edición manejada es *La Arquitectura* de *nuestro tiempo*, editada en castellano por El Croquis Editorial, Madrid, en 1993. (Titulo original: *Die Baukunst unserer Zeit*, Viena, 1979).
2. Un compendio de los más importantes, se recogen traducidos al ingles en el libro de Iain Boyd White *Hendrik Petrus Berlage: Thougths on Style, 1886–1909.* Para una visión completa del trabajo desarrollado Berlage en conferencias, publicaciones, congresos, etc, el propio Boyd White se remite al catálogo de escritos recogidos en Polano (1987, 251–257).
3. Sobre el probable desarrollo de la arquitectura, *On the likely development of architecture*, ensayo de 1905 publicado en ingles por Boyd White en 1996. *Hendrik Petrus Berlage: Thougths on Style, 1886–1909,* 157–184. The Getty Center for the History of Art and the Humanities.
4. En 1913 Walter Gropius publica el articulo Die Entwicklung Moderner Industriebaukunst con una serie de fotografías de arquitectura industrial americana, en el Jarhbuch des Deutschen Werkbundes, que supondrá un gran impacto en la arquitectura europea.

Lista de referencias

Berlage, H. P. 1904. Influence des procedes modernes de construction dans la forme artistique. *6e Congrés International des Architects. Comptes-Rendus. Madrid, 1906*, 174–176.

Berlage, H. P. 1905. Over de waarschijnlijke der architectuur. *Architectura* XIII. Incluido en la recopilación de varios ensayos: 1910. *Studies over bouwkunst, stijl en samenleving*. Rotterdam.

Boyd White, Iain. 1996. *Hendrik Petrus Berlage: Thougths on Style, 1886–1909*. The Getty Center for the History of Art and the Humanities.

Singelenberg, Pieter. 1974. Het Haags Gemeentemuseum. *Nederlands Kunsthistorisch Jaarboek. XXv*.

Singelenberg, Pieter. 1995. H. P. Berlage´s Haags Gemeentemuseum. *Haags Gemeentemuseum and P. Singelenberg*. The Hague.

Polano, Sergio. 1987. *Hendrik Petrus Berlage: Opera Completa*, 251–57. Milano: Electa Spa.

Wagner, Otto. [1896] 1993. *La Arquitectura de nuestro tiempo*. Editada en castellano: Madrid: El Croquis Editorial.

Los estudios sobre la coordinación dimensional del ladrillo y su aplicación en los aparejos de las fachadas de fábrica vista de Madrid durante la primera mitad del siglo XX

Antonio Rodríguez Sánchez

El metro se adopta como unidad de medida internacional el 10 de diciembre de 1799, basado en la diezmillonésima parte de cuadrante de meridiano terrestre, denominándose «metro provisional». En 1809, debido a los avances sobre los conocimientos de la tierra, el metro cambia ligeramente su valor pasando a denominarse «metro definitivo», pero no será hasta el 20 de mayo de 1875 cuando se ratifique en París, a partir de una aleación de platino e iridio, denominándose «metro internacional».

Esto genera un nuevo sistema de medidas en el que no encajan los ladrillos tradicionales basados en medidas «humanas» (pie, palmo, dedo) y provoca los primeros estudios de normalización para adaptar las piezas de fábrica a las nuevas medidas, que coexistirán con las anteriores durante el siglo XIX y parte del XX.

Este hecho queda reflejado en las Ordenanzas de Madrid de 1820, donde se recogen las condiciones que deben cumplir los fabricantes de ladrillos, y en lo que hace referencia a las medidas dicen «que la gradilla para cortar el ladrillo haya de tener diez y siete dedos de largo, trece de ancho, y tres y medio de grueso» (Ardemans 1820, 108). Esto significaría unas dimensiones aproximadas del ladrillo de 31,5 cm para la soga, 24,0 cm para el tizón, y como máximo 6,5 cm para el grueso.

Avanzando en el siglo encontramos algo parecido en las Ordenanzas de Madrid de 1857, donde también se establecen las condiciones que den cumplir los fabricantes de ladrillos, siendo interesantes las siguientes: «Que los que trajeron ladrillo y baldosa, no siendo bien cocido, sin venteaduras ni caliches, y que no tenga muy cabal (siendo ladrillo) un pie de largo y una cuarta de ancho, y dos dedos de grueso,...» (Fornés [1857] 1982, 68). De acuerdo con esto, considerando la cuarta (mano extendida) como la cuarta parte de la vara castellana (83,6 cm), los ladrillos tendrían unas dimensiones aproximadas de 29,6 cm para la soga, 20,9 cm para el tizón y 3,7 cm para el grueso, con una proporción de 1,41v2 entre sus aristas mayores.

Estas medidas impiden colocar los ladrillos alternando sogas y tizones en la misma o distintas hiladas manteniendo un determinado solapo, al no existir una relación entre sus dimensiones que lo permita, que denominamos «coordinación dimensional».

Será durante la primera mitad del siglo XX cuando los Tratados de Construcción recojan indicaciones sobre la proporción que debe existir entre las dimensiones de soga (largo) y tizón (ancho) de los ladrillos, pero nunca relacionándolas con el grueso de la pieza.

Ger y Lóbez, aunque sin reflejar medidas, en 1898 ya establece la proporción entre las dimensiones de los ladrillos: «Los ordinarios y más usados son los que tienen forma de un paralelepípedo en donde la longitud es doble de la anchura más el grueso de la junta de mortero que se ha de interponer en la obra: el grueso varía entre el sexto y el octavo de la longitud, y cuando ha de emplearse en bóvedas se les da más grueso por un lado que por otro». (Ger y Lóbez [1898] 2000, 1:23)

Con esto queda claramente establecida la coordinación que debe existir entre la soga y el tizón para poder colocar los ladrillos a soga o a tizón en la misma y contiguas hiladas, manteniéndose la misma «ley de traba». El grueso también está relacionado con las otras dos dimensiones del ladrillo e interviene cuando existen ladrillos a sardinel para hacer coincidir un número exacto de hiladas con el tizón o el doble de hiladas con la soga de la pieza. Profundizando en este sentido, para que el ladrillo pueda colocarse correctamente en la fábrica en las distintas posiciones (soga, tizón, sardinel, etc.) debería tener unas dimensiones relacionadas de la siguiente manera: Llamando

$$s = \text{soga};\ t = \text{tizón};\ g = \text{grueso};\ j = \text{junta}.$$
$$s = 2t + j = 4g + 3j = 6g + 5j = 8g + 7j.$$

Esta relación condiciona el valor de la llaga, no así del tendel que debería adquirir valores próximos.

La coordinación del grueso no será tenida en cuenta hasta muy mediado el siglo XX, y las de soga y tizón, aunque planteadas en distintas publicaciones, no son recogidas por los fabricantes, que siguen fabricando ladrillos con valores del tizón iguales a la mitad de la soga. Basegoda (década de 1920) recoge esta cuestión en una interesante tabla que expresa las dimensiones en milímetros de los ladrillos macizos en las distintas regiones españolas (tabla 1). En ella solamente en Castilla la Vieja (Sur) aparece un ladrillo coordinado en las tres dimensiones.

Esselborn (1928) y Schindler (1944) recogen la misma indicación que Ger y Lóbez hacía casi 50 años antes: «se tendrá en cuenta que el doble de la anchura del ladrillo más la junta ha de ser igual a la longitud del ladrillo». (Esselborn 1928, 1:76)

La fabricación industrial del ladrillo será la que influya decisivamente en sus dimensiones. Las primeras fábricas se instalan en los años finales de la década de 1920 con maquinaria alemana y se empiezan a fabricar ladrillos con el formato alemán de 25 × 12 × 6,5 cm lo que lleva consigo que se produzcan cada vez mas ladrillos con las dimensiones de tabla de 25 × 12 cm y distintos gruesos.

En un intento de regularización dimensional el 13 de mayo de 1942 se publica una Orden (B. O. de 15 de mayo de 1942) en la que se establece como tamaño normal para ladrillos macizos el de 25 × 12 × 5 cm recibiendo la denominación de «métrico» (1/4 del metro).

En Cataluña nunca se aceptó la dimensión de 25 y siguieron fabricando ladrillos basados en la dimensión de 29 cm, consiguiendo la aceptación oficial según resolución de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria y Comercio de 20 de julio de 1942.

Estas dimensiones no convencieron a los profesionales de la época y algunos como Javier Lahuerta o Germán Valentín Gamazo analizaron todas las dimensiones de los ladrillos y su coordinación llegando a plantear relaciones entre las medidas de la pieza que no serían aplicadas en su totalidad en la fabricación.

Lahuerta (1948) analiza y compara los tamaños de 25 y 29 cm, demostrando que los espesores de muros construidos con ladrillo de 25 cm, se alejan de fracciones del metro al tener en cuenta el espesor de la llaga, así para espesores de $^1/_2$ asta,[1] 1 asta, $1^1/_2$ astas, 2 astas y $2^1/_2$ astas obtendríamos valores de 12 cm, 25 cm, 38 cm, 51 cm y 64 cm. Sin embargo con el ladrillo de 29 cm obtendríamos valores de 14 cm, 29 cm, 44 cm, 59 cm y 74 cm que para fábricas vistas con 1 cm de yeso por el interior dan valores múltiplos del decímetro. Basándose en esta medida de 29 cm establece distintos gruesos del ladrillo como fracciones de la misma coordinadas dimensionalmente (tabla 2).

Tabla 2
Tipos de ladrillos con el grueso coordinado dimensionalmente con la soga de 29 cm (Lahuerta 1948, 309).

FRACCIÓN	DIMENSIÓN (grueso)[2]	DESIGNACIÓN
1/3 asta	9 cm.	Tochón
1/4 asta	6,5 cm.	Tocho
1/6 asta	4 cm.	Mahón
1/8 asta	2,8 cm.	Rasillón
1/12 asta	1,5 cm.	Rasilla

Gamazo (1948) da un paso más defendiendo una coordinación modular no solo de los ladrillos sino de todos los elementos que integran el edificio. Respecto a la fábrica de ladrillo, incorpora el concepto de red modular o nominal (fig. 1) de la siguiente manera:

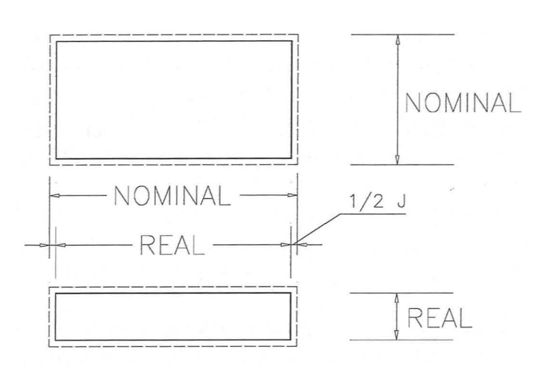


Figura 1

> La tipificación de la albañilería modulada se realiza incluyendo en la dimensión modular o nominal de cada unidad el tamaño del ladrillo más la mitad de los espesores de las juntas por todas sus caras. La diferencia entre la dimensión nominal y la real será del grueso de una junta para cada una de las tres dimensiones del ladrillo. Siendo distinto el grueso de junta a emplear para cada clase de ladrillo, las dimensiones actuales serán diferentes para cada clase, pero las dimensiones nominales siempre serán las mismas. (Valentín Gamazo 1948, 452)

Con este criterio debe ser la red modular o nominal la que se ajuste a los submúltiplos del metro, por lo tanto la dimensión de 25 cm debería ser la nominal ó modular y obtener la real descontando el espesor de la junta y las demás dimensiones coordinadas dimensionalmente con ella.

Considerando un espesor de junta de 1 cm. obtendríamos un ladrillo de 24 cm de soga, 11,5 cm de tizón y gruesos de 5,25 cm ó 3,2 cm (fig. 2).

El concepto de «aparejo» aplicado a fábricas, se basa en la coordinación dimensional de la pieza, y se

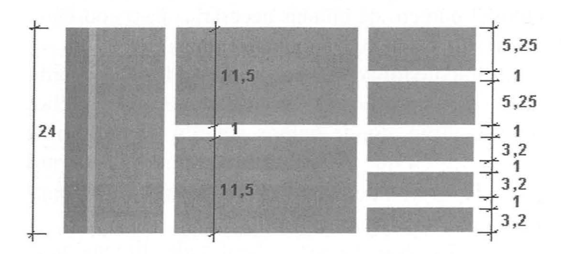


Figura 2

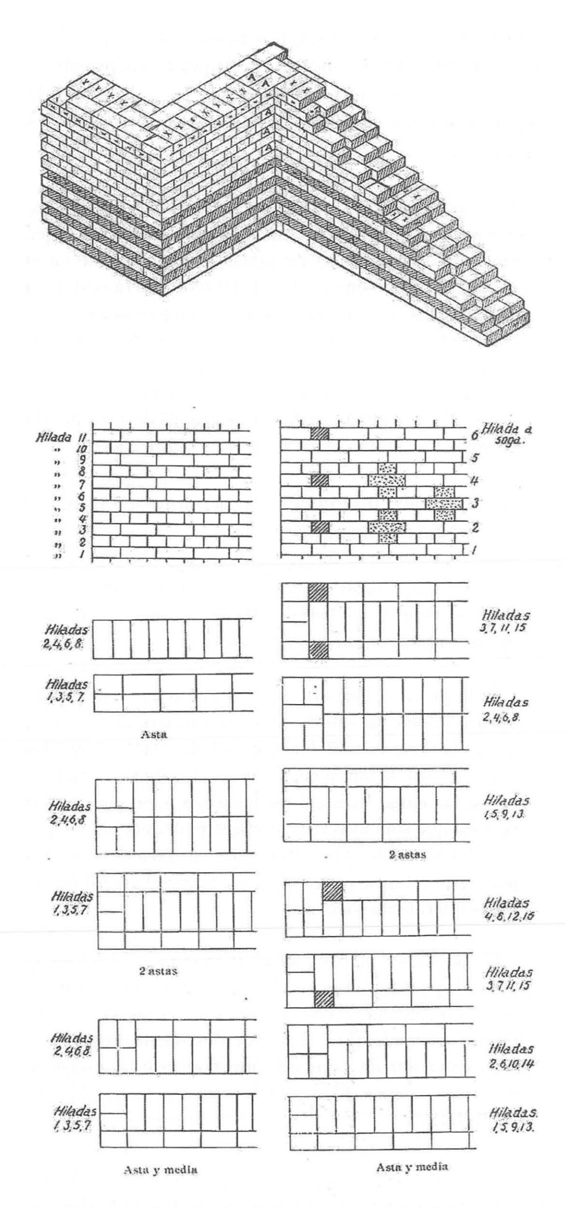
empieza a aplicar también a finales del siglo XIX. Ger y Lóbez (1898) vuelve a ser uno de los precursores en incorporar el término «aparejo» en el sentido relacionado con la forma de colocar los ladrillos en la fábrica:

> La disposición que se da a la colocación de los ladrillos, ó sea su «aparejo», debe sujetarse a la condición de que haya discontinuidad en las juntas verticales, tanto en el paramento como en el interior del muro. Será mayor su trabazón y solidez donde mayor sea la interrupción de dichas juntas; pues que en caso de asientos desiguales, la tendencia de los ladrillos a romperse es en la prolongación de sus juntas verticales y esta tendencia encontrará tanto más dificultad cuanto más separadas estén unas de otras dichas juntas. (Ger y Lóbez [1898] 2000, 1:187)

Además hace referencia a la denominación de los distintos tipos de aparejos:

> – Cuando la pared es de media asta, debe cuidarse que en la colocación de los ladrillos las juntas caigan o en medio del ladrillo inferior o en su tercio.
>
> – Si la pared es de asta, pueden combinarse de varias maneras como la sillería ... en la primera disposición, que es la seguida en Bélgica, las hiladas están aparejadas una a tizón y la otra a soga, correspondiéndose verticalmente las juntas de todas las hiladas a tizón pero no las de soga que sólo lo verifican una sí y otra no. . . . el aparejo, llamado flamenco, tiene todas sus hiladas formadas por sogas y tizones situando éstos sobre el centro de las sogas inferiores y viceversa.
>
> – El adoptado antiguamente en Inglaterra . . . las hiladas están dispuestas como en el belga, pero correspondiéndose verticalmente todas las juntas en las sogas y en los tizones: el moderno se forma de dos hiladas seguidas a soga y una a tizón, pero sin corresponderse las juntas de éstas con la inmediata inferior. (Ger y Lóbez [1898] 2000, 1:187)

Basegoda entiende por *aparejo* «La forma y disposición constructiva y decorativa de los ladrillos en una obra» (Basegoda década de 1920, 154). Es el único autor de esta época que recoge soluciones en perspectiva de muros y esquinas para los distintos tipos de aparejos, incorporando los ladrillos de fachada de $^1/_2$ pié de espesor como una hoja doblada que se traba con el resto mediante hiladas de ladrillos a tizón, que en muchos casos desvirtúan el aparejo de la fachada. (fig. 3)



Figuras 3 y 4

Esselborn (1928) y Schindler (1944) no definen el término *aparejo* en sus publicaciones, aunque si desarrollan los distintos tipos. El que mas ampliamente analiza este tema es Carlos Esselborn, estableciendo las configuraciones de los ladrillos en planta para distintos espesores de muros con arranques de ladrillos terciados y módulos de soga y tizón que garantizan la traba en todo su espesor (fig. 4).

Para poder colocar los ladrillos con la organización expresada en la fig. 4, claramente se deduce la necesidad de que exista coordinación dimensional entre soga y tizón (2 tizones + 1 junta = 1 soga). Si ésta no existiera sería imposible conseguir esa trama en el alzado sin modificar las dimensiones de los ladrillos.

Para contrastar todas estas consideraciones de los distintos autores con la realidad se han analizado las dimensiones de los ladrillos y aparejos de los principales edificios de fábrica vista realizados en Madrid durante los últimos años del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. Los datos obtenidos quedan recogidos en la tabla 3, donde se incorpora además una columna que refleja la existencia o no de ladrillos a sardinel, que tiene incidencia para la coordinación del grueso de la pieza.

Desde el punto de vista de la coordinación dimensional, en el último cuarto del siglo XIX y primeros años del siglo XX, se utilizan ladrillos con la soga igual a dos veces el tizón, predominando el formato de tabla de 27 × 13,5 descrito por Basegoda; pero a partir de 1920 el tizón pierde medio centímetro consiguiéndose la coordinación entre soga y tizón, que se mantendrá de forma generalizada. En la mayor parte de los casos la relación entre la soga (s) y el tizón (t) es: $S = 2t + j$ de donde se deduce el valor de la llaga (j) de 1 cm; con este valor se ha analizado la coordinación del grueso (g) con las demás dimensiones aplicando la relación $S = 4g + 3j = 6g + 5j = 8g + 7j = \ldots$ no obteniéndose valores satisfactorios salvo en contadas ocasiones.

Cuando existen colocaciones a sardinel y no está coordinado dimensionalmente el grueso, para igualar el valor del tendel al de la llaga se utiliza el recurso de utilizar sardineles de canto importante repartiendo entre el número de hiladas necesarias para conseguir valores de llaga y tendel parecidos (fig. 5).

El único edificio en que existe un ladrillo coordinado en las tres dimensiones es la Iglesia Evangélica de San Jorge, donde hemos medido un ladrillo de 26,5 × 13 × 4 que está coordinado considerando una junta de 0,5 cm. Según esto cada tizón es equivalente a $3g + 2j$ y cada soga a $6g + 5j$.

Que el grueso no esté coordinado dimensionalmente no influye en los edificios que no tienen colo-

Tabla 3
Análisis de la coordinación dimensional y aparejos de los principales edificios realizados en Madrid durante el último cuarto del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX.

AÑO	EDIFICIO/AUTOR	LADRILLO					
		TIPO/JUNTA	DIMENSIONES	COORD. SOGA-TIZÓN	COORD. TOTAL	APAREJO	SARDINEL
1875	ASILO DE HERMANITAS DE LOS POBRES. Antonio Ruiz de Salces	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Inglés	NO
1878	PALACETE DEL MARQUÉS DE NÚÑEZ Emilio Rodríguez Ayuso	PRENSADO / A HUESO	26,5×12,7×4,8	SI	NO	Tizones	SI
1881	MUSEO DE CIENCIAS Fernando de la Torriente / Emilio Boix	MACIZO	27×13,5×4,7	NO	NO	Tizones/ Gótico	NO
1884	ESCUELAS AGUIRRE Emilio Rodríguez Ayuso	PRENSADO / A HUESO	25×12,2×4,8	SI	NO	Tizones	SI
1886	IGLESIA DE SAN FERMÍN DE LOS NAVARROS Carlos Velasco / Eugenio Jiménez Corera	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Tizones	NO
1889	INSTITUTO VALENCIA DE DON JUAN Enrique Fort y Guyenet	PRENSADO / A HUESO	24,2×12,3×5	NO	NO	Tizones	SI
1896	INSTITUTO OFTÁLMICO José Urioste y Velada	PRENSADO / A HUESO	28×14×4,7	NO	NO	Tizones	SI
1896	IGLESIA DE LA PALOMA Lorenzo Álvarez Capra / Dimas Rodríguez Izquierdo	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Tizones	NO
1900	IGLESIA LA MILAGROSA Juan Bautista Lázaro / Narciso Clavería	MACIZO	28×14×4	NO	NO	Tizones	NO
1900	FÁBRICA DE CERVEZAS EL AGUILA Eugenio Giménez Corera / Joaquín Sainz de Terreros	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Tizones	NO
1903	ASILO DE SAN DIEGO Y SAN NICOLÁS Juan Bautista Lázaro	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Tizones	NO
1904	ICAI (INST. CATÓLICO DE ARTES E INDUSTRIA) Enrique Fort y Guyenet	MACIZO	27×13,2×4	SI	NO	Tizones	SI
1906	COLEGIO DE LAS DAMAS NEGRAS Vicente Lampérez	MACIZO	27×13,5×4	NO	NO	Tizones	SI
1910	GRUPO ESCOLAR CERVANTES Antonio Flórez Urdapilleta	MACIZO	27×13×4	SI	NO	Tizones	SI

1916	VIVIENDAS C/ROMERO ROBLEDO 17	MACIZO	26,5×13,5×4,2	NO	NO	Tizones	NO
1923	GRUPO ESCOLAR CONCEPCIÓN ARENAL Antonio Flórez Urdapilleta	MACIZO	28×13,5×4	SI	NO	Tizones	SI
1924	DISPENSARIO DE LA CRUZ ROJA Manuel Cárdenas y Pastor	MACIZO	27×13×4	SI	NO	Tizones	SI
1925	IGLESIA DE SAN FRANCISCO DE SALES Joaquín Saldaña	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Tizones	SI
1925	VIVIENDAS C/MIGUEL ANGEL 18-24 Gustavo Fdez. Balbuena	MACIZO	27×13×4	SI	NO	Especial	SI
1926	IGLESIA EVANGÉLICA DE SAN JORGE Teodoro Anasagasti	MACIZO	26,5×13×4	SI	SI[3]	Tizones	SI
1926	CENTRO REGIONAL DE PREVENCIÓN Y RECONOCIMIENTOS Amós Salvador Carreras	MACIZO	27×13×4	SI	NO	Tizones	SI
1928	CINE EUROPA Luis Gutiérrez Soto	MACIZO/ LLAGA A HUESO	24×12×4	SI	NO	Tizones	NO
1928 1941	FACULTAD DE MEDICINA Miguel de los Santos Nicolás	MACIZO-PRENSADO / A HUESO	25×12×5 28×14×5,8	SI	NO	Tizones	NO
1928 1941	FACULTAD DE FÍSICAS, QUÍMICAS Y EXACTAS Miguel de los Santos Nicolás / Eduardo Torroja	PRENSADO / A HUESO	28×14×6,8	SI	NO	Gótico	SI
1929	COLEGIO DEL SAGRADO . CORAZÓN DE JESÚS Manuel de Cárdenas y Pastor / Gonzalo de Cárdenas Rodríguez	MACIZO	25×12×4,5	SI	NO	Gótico	SI
1930	CASA DE LAS FLORES Secundino Zuazo Ugalde	MACIZO	25×12×5 25×12×3	SI	NO	Especial	SI
1930	INSTIT. RAMIRO DE MAEZTU Carlos Arniches Moltó / Martín Domínguez Esteban	MACIZO	24,5×11,5×4,5	SI[4]	NO	Gótico Sogas	NO
1931 1941	FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS Agustín Aguirre López-Carbonel	PRENSADO / A HUESO	28×14×6	SI	NO	Gótico	NO
1933	IMPRENTA MUNICIPAL Francisco Javier Ferrero Llusiá	MACIZO/ LLAGA A HUESO	27×13,5×4	SI	NO	Gótico Sogas	SI
1935	VIVIENDAS C/MIGUEL ANGEL 2,4,6 Luis Gutiérrez Soto	MACIZO	25×12×4,5	SI	NO	Gótico	SI
1935	VIVIENDAS Pº PINTOR ROSALES 50,52 Ángel Laciana García	MACIZO	27×13,5×4,5	NO	NO	Tizones	NO

Años 40	MERCADO DE STO. DOMINGO Carlos de Miguel	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	SI
1940	MINISTERIO DEL AIRE Luis Gutiérrez Soto	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	NO
1941	FACULTAD DE DERECHO Agustín Aguirre López-Carbonell	PRENSADO	24×11,7×4,7	SI[5]	NO	Gótico	NO
1942	MUSEO DE AMÉRICA Luis Moya Blanco / Luis Martínez Feduchi	MACIZO/ LLAGA A HUESO	25×12×5	SI	NO	Gótico	SI
1942	IGLESIA DEL ESPÍRITU SANTO Miguel Fisac Serna	MACIZO/ LLAGA A HUESO	25×12×5	SI	NO	Sogas	SI
1945	VIVIENDAS VIRGEN DEL PILAR Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	NO
1946	IGLESIA DE SAN AGUSTÍN Luis Moya Blanco	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	SI
1948	MINISTERIO DE SANIDAD Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo / Rafael Aburto	PRENSADO / LLAGA A HUESO	31×8×3	NO	NO	Sogas especial	NO
1949	CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS Miguel Fisac Serna	MACIZO	27×13×3,5	SI	NO	Tizones Sogas	SI NO
1949	VIVIENDAS C/ BRETÓN DE LOS HERREROS 55,57 Luis Gutiérrez Soto	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	SI
1953	VIVIENDAS C/ JUAN BRAVO 7 y 9 Luis Gutiérrez Soto	MACIZO	25×12×5	SI	NO	Gótico	SI

caciones a sardinel; o en los edificios, como la Facultad de Ciencias Físicas, Químicas y Exactas, que tienen sardineles pero su configuración evita que entesten contra hiladas (fig. 6).

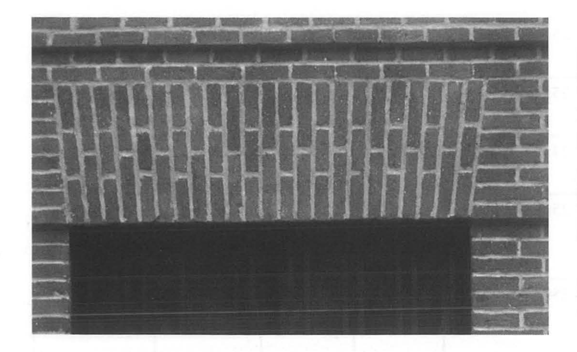
Cuando la colocación es a hueso se suelen utilizar ladrillos con la soga igual a dos veces el tizón. Esto ocurre con ladrillos prensados de 28 × 14 en el Instituto Oftálmico y los edificios de la Ciudad Universitaria (Medicina, Exactas, Filosofía y Letras) o ladrillos macizos de 24 × 12 en el Cine Europa ó de 27 × 13,5 en la Imprenta Municipal.

Teniendo en cuenta que es imposible colocar los ladrillos sin junta aunque sean prensados, estas dimensiones obligarían a elegir un aparejo que tuviese el mismo número de llagas en todas las hiladas para no ir acumulando desviaciones por el exceso de juntas. Esta cuestión se cumple ya que los aparejos de los distintos edificios son de tizones en el Instituto Oftálmico, el cine Europa y en Medicina y gótico en Exactas, Filosofía y Letras y en la Imprenta Municipal que en algunos paños alterna con el de sogas (fig. 7).

Con el ladrillo de 25 × 12 × 5 también se dan colocaciones con la llaga a hueso que obligan a elegir un aparejo con un mismo número de llagas en hiladas consecutivas; esto lo podemos comprobar con aparejo gótico en el Museo de América y con aparejo de sogas en la Iglesia del Espíritu Santo.

Respecto a la utilización de los aparejos en los edificios comprobamos que las soluciones reales muchas veces no quedan fielmente recogidas en las publicaciones de la época. Para ello analizaremos los distintos aparejos utilizados en las fachadas de Madrid en la primera mitad del siglo XX.

El aparejo a tizones es recomendado por casi todos los autores para muros de 1 pie de espesor, sin em-







Figuras 5, 6 y 7

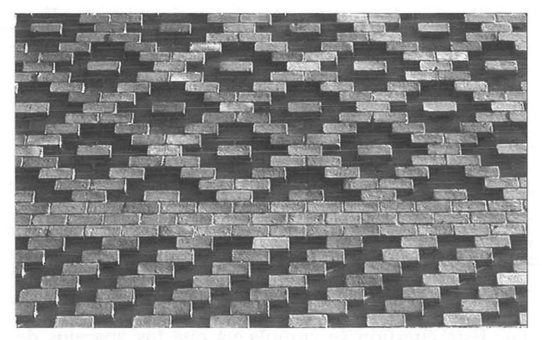
bargo ha sido utilizado con gran profusión y mayores espesores en la arquitectura desarrollada no solo en Madrid si no en el resto de España durante el último cuarto del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX, lo que llevó a la denominación como aparejo «a la española» o «español».

La disposición de todos los ladrillos a tizón configura, en este aparejo, la retícula mas densa de todas las posibles, y ha permitido la realización de posterior de motivos decorativos basados en el vuelo de los ladrillos de fachada (fig. 8), posteriores su mayor desarrollo durante el último cuarto del siglo XIX y los primeros años del siglo XX, simplificándose progresivamente en los años posteriores.

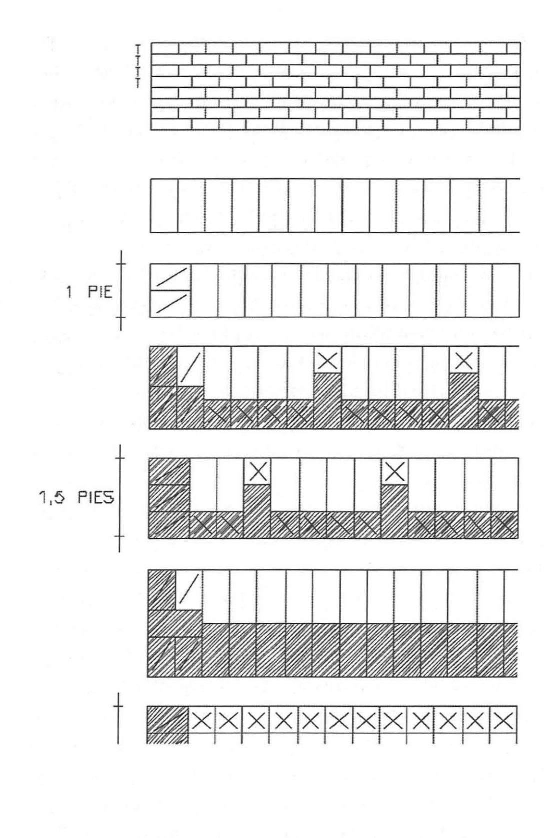
La organización de los ladrillos en planta es idónea cuando el espesor es de 1 pie, ya que todos los ladrillos se colocan enteros, pero los muros en esta época tienen espesores mayores. En estos aparecen medios ladrillos repartiéndose en una o las dos fachadas, dependiendo de la solución elegida.

En la fig. 9 vemos dos alternativas de aparejo para dos pies de espesor, en la primera todos los medios se sitúan en el paramento de fachada y en el de trasdós dentro de la misma hilada sin que exista coincidencia de juntas; en la segunda alternan ladrillos enteros y medios en todas las hiladas configurando la fachada y el trasdós con coincidencias de juntas de / de pie generalizadas a lo largo del muro. Estas configuraciones favorecían la ejecución simultánea del muro por dos albañiles colocados uno en cada cara; el de fachada colocaba los ladrillos «prensados» o de calidad que constituían el paramento visto, en el trasdós el otro operario colocaba los ladrillos «comunes» o «toscos» enteros y medios que configuraban el paramento y rellenaba con ladrillos enteros a tizón los huecos que quedaban en el interior del muro.

Como los ladrillos «prensados» se colocaban con juntas de 3–4 mm de espesor y los «comunes» con juntas de 8–12 mm de espesor, se hacía necesario



Figuras 8



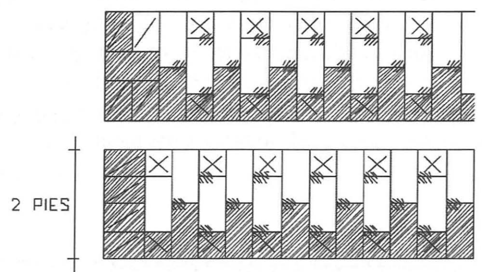


Figura 9

utilizar ladrillos de diferente grueso (los prensados con 5–8 mm más de grueso que los comunes) para hacer coincidir las hiladas en el sentido del espesor del muro (fig. 10).

La aparición de gran cantidad de medios ladrillos en el paramento del muro favoreció su utilización como muro doblado en el que los ladrillos enteros a tizón traban las hojas cada 5 o 6 hiladas como

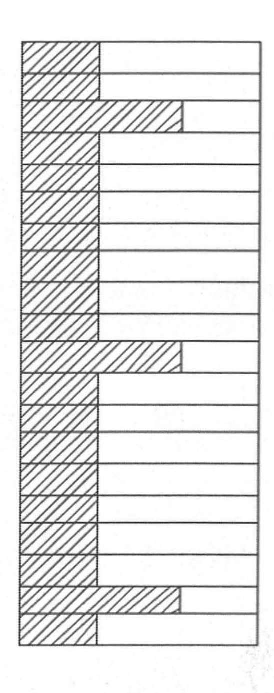


Figura 10

muestra la organización en planta del aparejo de 1,5 pies de la figura 9 y la sección de la figura 10. Esto se ha podido comprobar en la mayor parte de los edificios construidos con este aparejo entre 1926 y 1936.

Del aparejo gótico o flamenco encontramos las primeras utilizaciones en 1928, aumentando progresivamente su utilización con el transcurso de los años, al contrario que el aparejo a tizones que verá como se va reduciendo su utilización hasta 1936.

El aparejo gótico, por su propia configuración, genera coincidencia de juntas de $^{1}/_{4}$ de pie y solapos de $^{1}/_{2}$ pie en planos separados $^{1}/_{2}$ pie de los paramentos de fachada y trasdós para espesores enteros en pies (1 pie, 2 pies, etc.) y solamente en el paramento de fachada para espesores no enteros ($1^{1}/_{2}$ pies, $2^{1}/_{2}$ pies, etc.). (fig. 11)

Este hecho favorece la organización constructiva doblada, que se produce en todos los edificios referenciados menos en las viviendas de la Colonia Virgen del Pilar.

El aparejo inglés permite la construcción de fábricas de cualquier espesor sin coincidencia de juntas. Su utilización es muy reducida tanto en el siglo XIX como

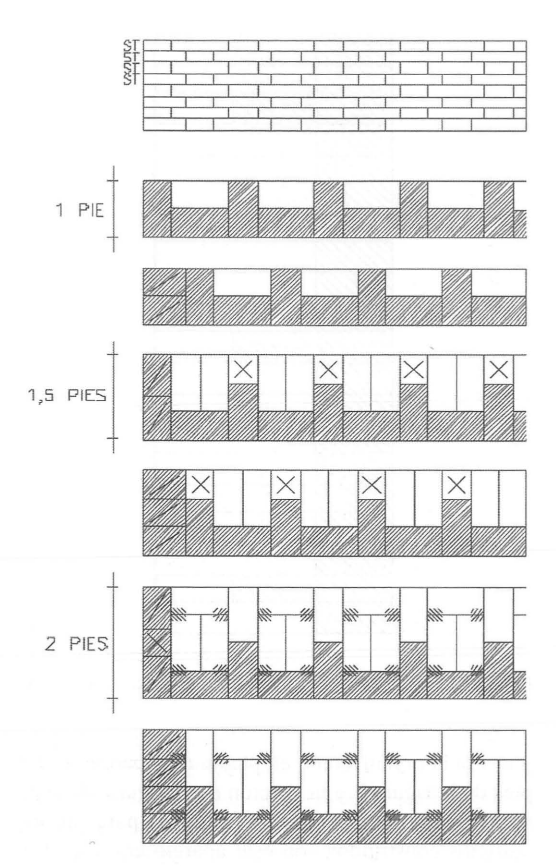


Figura 11

en la primera mitad del siglo XX. En estos años solamente hemos encontrado referencia de su aplicación en el Asilo de Ancianos de las Hermanitas de los Pobres (1875) y en el Instituto Geográfico Nacional (1930).

Uno de los aparejos que se utiliza por primera vez durante la primera mitad del siglo XX es el aparejo a sogas. El alzado de este aparejo, con todos los ladrillos colocados a soga, genera siempre una hoja exterior de $^{1}/_{2}$ pie de espesor que obliga a soluciones dobladas, incorporando anclajes embebidos en la junta de mortero, o ladrillos interiores a tizón que nunca pueden aparecer en el paramento para no desvirtuar el aparejo.

A partir de 1925 existen dos arquitectos que apartándose de las soluciones clásicas crean «aparejos especiales» o «únicos» para sus obras, son Gustavo Fernández Balbuena y Secundino Zuazo.

Fernández Balbuena, en la Vaquería y Viviendas de la calle Francos Rodríguez diseña un aparejo especial con hiladas alternas de 2 sogas-tizón, colocando los tizones a eje con la llaga entre sogas de la hilada anterior que genera una coincidencia de junta longitudinal de $^{3}/_{4}$ pie alternando con solapos de $^{1}/_{2}$ pie para espesores de 1 pie y $1^{1}/_{2}$ pies (fig. 12). En el mismo edificio introduce otro aparejo especial a base de bandas solapadas de tres hiladas consecutivas formadas por soga-2 tizones-soga separadas por ladrillos a sardinel de tizón desplazadas $^{1}/_{2}$ pie sobre las anteriores; esto lo repite de manera parecida con bandas de cinco hiladas con sogas superpuestas separadas por ladrillos a sardinel de soga desplazadas $^{1}/_{2}$ pie sobre la anterior, en el edificio de viviendas de la calle Miguel Ángel 18–24 (fig. 13). En estas dos soluciones es difícil establecer el aparejo en planta ya que no son hiladas sino bandas de varias hiladas, pero sí podemos decir que la primera necesita un espesor de 1 pie y tiene coincidencias de 3/8 entre bandas y la segunda es para un espesor de $^{1}/_{2}$ pie sin traba en la propia banda con solapo de 3/8 entre bandas.

Secundino Zuazo en la Casa de las Flores aprovecha todas las posibilidades que ofrece una pieza como el ladrillo y, desde el punto de vista de los aparejos, crea aparejos especiales con leyes de formación muy interesantes; en el que configura la mayor parte de la fachada alternan tres hiladas distintas con el siguiente orden: soga-tizón; dos sogas-dos tizones; soga-tizón; dos tizones-dos sogas, que generan cruces de cuatro tizones ordenadas al tresbolillo con coincidencias de juntas de $^{3}/_{4}$ de soga alternando con solapos de $^{1}/_{2}$ y 1 soga sucesivamente. (fig. 14)

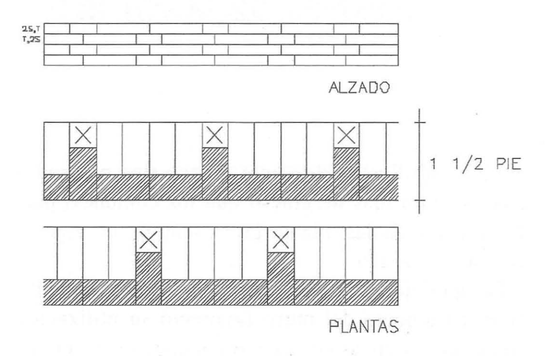


Figura 12

Además utiliza aparejos clásicos con solapos distintos a los establecidos como el gótico con las sogas superpuestas solapando $^{3}/_{4}$ de pie en vez de colocarlas en el eje del tizón de la hilada anterior, lo que genera un efecto de cadeneta ó cremallera vertical en la fábrica además de una coincidencia de junta longitudinal de $^{3}/_{4}$ de pie alternando con solapos de la misma longitud para espesores de 1 pie y $1^{1}/_{2}$ pies.

Todos estos aparejos, con la gran cantidad de coincidencias de juntas que se producen a una distancia de $^{1}/_{2}$ pie del paramento de fachada, generan fachadas dobladas en las que la hoja exterior, de $^{1}/_{2}$ pie de

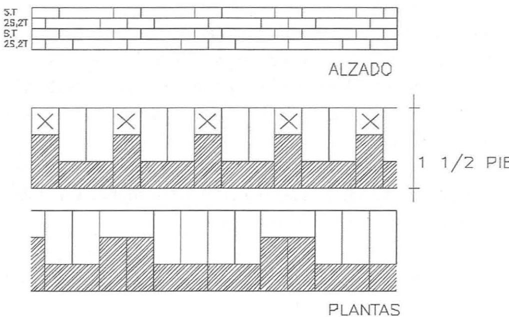
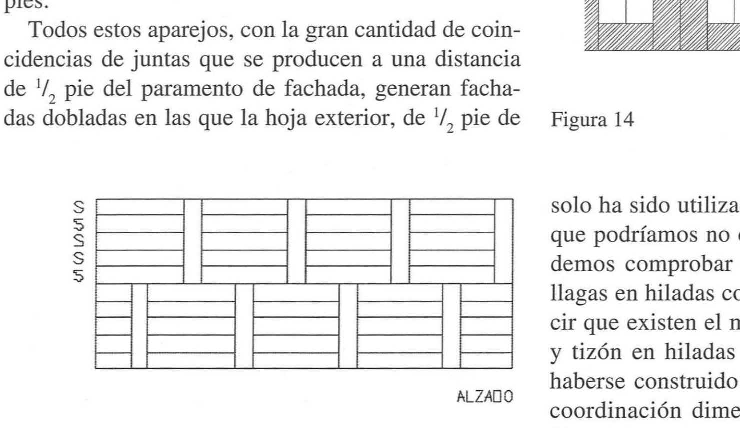


Figura 14



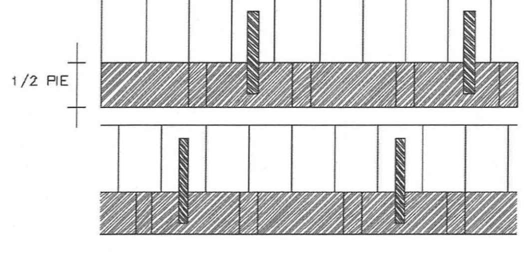


Figura 13

espesor, constituye el revestimiento de la hoja interior portante, consiguiendo la traba entre ambas mediante los ladrillos a tizón propios del aparejo cada 6–8 hiladas, quedando cortados por la mitad en las hiladas intermedias. Estas configuraciones dobladas permiten una hoja interior con una construcción más irregular, pero los ladrillos de la hoja vista tienen los mismos requisitos dimensionales que los de una fábrica doblada.

Si analizamos los distintos aparejos desde el punto de vista de la configuración de los ladrillos en el alzado, en todos ellos, exceptuando el inglés que solo ha sido utilizado en un edificio y los de bandas que podríamos no considerarlos como aparejos, podemos comprobar que existe el mismo número de llagas en hiladas consecutivas, lo que equivale a decir que existen el mismo número de ladrillos a soga y tizón en hiladas consecutivas, por tanto podrían haberse construido aunque los ladrillos no tuviesen coordinación dimensional entre la soga y el tizón (2 tizones +1 junta =1 soga).

De acuerdo con esto podemos afirmar que si bien la aparición de los distintos aparejos se basa en la coordinación dimensional de la pieza, en la arquitectura madrileña de ladrillos del primer cuarto del siglo XX prácticamente todos los aparejos que se utilizaron no la hubiesen necesitado.

Notas

1. Javier Lahuerta utiliza el término *asta* tanto para ladrillos de 24cm. como de 29 cm. en vez del termino *pie*.
2. Estas dimensiones del grueso están coordinadas con las de soga y tizón teniendo en cuenta el espesor de la junta.
3. Considerando llagas y tendeles de 0,5 cm.
4. Considerando llagas de 1,5 cm.
5. Considerando llagas de 0,6 cm.

Lista de referencias

Ardemans, Teodoro. 1820. *Ordenanzas de Madrid, y otras diferentes.* Madrid: Viuda de Barco López.

Basegoda Piniés, Sixto. Década de 1920. *Tratado práctico de construcción moderna.* Barcelona: Feliu y Susanna, editores.

Esselborn, Carlos. 1928. *Tratado general de construcción.* Versión de la 8ª edición alemana por Bassegoda Musté, Buenaventura. Barcelona: Gustavo Gili.

Fornés y Gurrea, Manuel. [1857] 1982. Ordenanzas de Madrid, edición de 1857. En *El arte de edificar,* 20–75. Madrid: Poniente.

Ger y Lóbez, Florencio. [1898] 2000. *Tratado de construcción civil.* Badajoz: La Minerva Extremeña. Ed. Fács. Badajoz: Diputación de Badajoz.

Lahuerta, Javier. 1948. El tamaño de los ladrillos. *Revista Nacional de Arquitectura,* núm. 80, agosto: 307–311.

Schindler, Robert. 1944. *Tratado moderno de construcción de edificios.* Versión del alemán y adiciones por Bassegoda Musté, Buenaventura. Barcelona: José Montesó.

Valentín Gamazo, Germán. 1948. El tamaño de los ladrillos desde el punto de vista de la coordinación modulada de los elementos constructivos. *Revista Nacional de Arquitectura,* núm. 83, noviembre: 449–453.

La influencia de las matemáticas en la evolución de los tipos estructurales. De los orígenes al Renacimiento

Pablo Rodríguez-Vellando
Julia Álvarez
Isabel Martínez
Cristina Vázquez

> La filosofía está escrita en ese vasto libro que está permanentemente ante nuestros ojos (me refiero al universo), que sin embargo no puede entenderse si no se ha aprendido a comprender su lenguaje y a conocer el alfabeto en el que está escrito. Y está escrito en el lenguaje de las matemáticas, cuyo guión es el de los triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin las que sólo podríamos vagar por mazmorras tenebrosas.
>
> Galileo Galilei, *1564–1642. Il Saggiatore, VI, 232*

Matemáticas y tecnología

La evolución de la historia de las matemáticas está íntimamente ligada al desarrollo de los fundamentos teóricos en los que se basa la tecnología. Cualquier disciplina científico-técnica está cimentada en las matemáticas. En términos del lenguaje matemático se escriben las leyes fundamentales que gobiernan estas disciplinas y gracias a las matemáticas somos capaces de resolver las ecuaciones diferenciales que gobiernan los fenómenos físicos que las caracterizan. En muchos casos la frontera entre la investigación puramente matemática y la investigación físico-tecnológica es difusa. Es muy frecuente que muchos de los grandes avances en la historia de las matemáticas se hayan realizado como medio para resolver cuestiones prácticas de la física y la ingeniería. En este sentido me gustaría recordar aquí unas palabras del matemático ruso Pafnuty Chebyshev (1821–1894), cuya labor científica estuvo fundamentalmente dedicada al calculo diferencial e integral, la estadística, la teoría de números y las aplicaciones físicas de la matemática. La cita de Chebyshev dice lo siguiente:

> ...la aproximación mutua de los puntos de vista de la teoría y la práctica conlleva muchas consecuencias beneficiosas, y no es sólo el lado práctico el que obtiene beneficios; bajo su influencia, las ciencias se desarrollan descubriendo nuevos objetos de estudio o nuevos aspectos sobre temas sobradamente conocidos. A pesar del gran avance de las ciencias matemáticas debido a los trabajos de matemáticos sobresalientes de las últimas décadas, la práctica revela claramente su imperfección en muchos aspectos; sugiere problemas esencialmente nuevos para la ciencia y nos reta en la búsqueda de nuevos métodos. Si la teoría gana mucho cuando las nuevas aplicaciones o desarrollos de los viejos métodos tienen lugar, el beneficio es aún mayor cuando los nuevos métodos se descubren; y aquí la ciencia encuentra una guía fidedigna en la que confiar...

Matemáticas y construcción

Si esta relación entre matemáticas y tecnología es un hecho conocido y manifiesto, la relación entre matemáticas y construcción es especialmente estrecha e imbricada. Para empezar, las leyes fundamentales de la estática y de cualquier otra cuestión técnica relacionada con la construcción se sustentan sobre cimientos matemáticos. Pero además las matemáticas no sólo gobiernan los *fundamentos* de la construcción sino que son las responsables últimas de la *esté-*

tica de las construcciones además de serlo de su *estática*. No vamos a negar aquí la influencia que en la forma de construcción tienen el uso de los distintos materiales, los procedimientos de construcción, las necesidades del momento histórico, las imposiciones del medio o las tendencias artísticas, pero en último caso cada uno de estos factores está gobernado por el *estado del arte* de la ciencia y la tecnología en ese momento histórico, cuya evolución supone un substrato subyacente a la evolución de todo lo demás. Y como substrato de la evolución de la ciencia y la tecnología está el de la ciencia que las gobierna a todas, la matemática.

Vamos a hablar aquí de algunos de los hechos más importantes que hasta el Renacimiento demuestran la íntima relación anteriormente expuesta y que pone de manifiesto la importancia de la formación en las *ciencias exactas aplicadas* de nuestros ingenieros y arquitectos. Sólo mediante un conocimiento de los fundamentos matemáticos básicos se puede entender el porqué y el cómo de la construcción.

Orígenes de las matemáticas y la construcción. Mesopotamia y Egipto

La evolución en la historia de las matemáticas, y de las ciencias en general, se considera en muchas ocasiones, como una sucesión de descubrimientos puntuales, y con frecuencia afortunados, de científicos individuales que realizan sus hallazgos de manera casual, y aislada del resto del mundo científico. Nada más lejos de la realidad. El proceso científico supone más bien el resultado de un trabajo constante y a menudo infructuoso, que se basa en los descubrimientos de muchos científicos anteriores y que en algunos casos constituye simplemente la culminación de la labor de éstos. El desarrollo de las disciplinas tecnológicas no es ajeno a lo anterior. En primer lugar están basadas en los desarrollos científicos de las ciencias en las que se apoyan y en ese sentido dependen de los hallazgos anteriores en esas disciplinas. Por otro lado la construcción en un momento histórico no puede entenderse sin comprender antes su contexto científico, tecnológico, histórico y artístico y la evolución anterior de todos ellos.

El hombre tiene la necesidad de construir desde el momento en que precisa de un lugar donde guarecerse para resguardarse de las inclemencias del tiempo y defenderse del medio natural y humano que le rodea, pero el hito fundamental que marca la necesidad de desarrollar la construcción es la creación de la sociedad urbana, que surge en algún momento anterior al año 3.000 a.c.. En ese periodo de la historia la sociedad rural, basada en la economía de autoconsumo, da paso a una sociedad urbana en la que existe una especialización del trabajo, surgen así los artesanos, los soldados, los sacerdotes, los escribas, y también los *constructores,* que *manufacturan* los edificios públicos y privados y la red de infraestructuras hidráulicas y de comunicación.

En cualquier caso el conocimiento de estos primeros *constructores* (y también el de otros muchos a lo largo de la historia) era fundamentalmente empírico y por ello basado más en la experiencia que en un conocimiento formal del *estado del arte* de la resistencia de materiales, la teoría de estructuras, la hidráulica, la física y las matemáticas. No obstante el poso que el conocimiento *científico* de cada época deja en la comunidad que lo sustenta, influye en mayor o menor medida en las actuaciones de los constructores de cada periodo histórico.

La historia de las ciudades es la historia de su arquitectura y su ingeniería. Echando una mirada atenta a nuestras calles podemos adivinar el pasado histórico de las ciudades, sus periodos de auge, apogeo y crisis, la evolución de su población y las sucesivas culturas que han dominado su territorio. No se construye de manera ajena al momento histórico, sino que cada periodo tiene sus materiales, su tecnología constructiva, su estética y sus necesidades. Y todos ellos están interrelacionados. La evolución tecnológica en la construcción lleva aparejada en muchos casos un progreso en la ciencia de las matemáticas. Los hitos importantes del desarrollo matemático y el desarrollo constructivo coinciden en muchos casos en el lugar y en el tiempo a lo largo de la historia, y no pueden entenderse los unos sin los otros y los otros sin los unos. Tradicionalmente se sitúa los orígenes tanto de las matemáticas como de la ingeniería y la arquitectura occidental en los valles fértiles de Mesopotamia y el Nilo en el tercer milenio a. c..

Babilonia

Las primeras noticias sobre estudios serios en el campo de las matemáticas nos vienen de la Civiliza-

ción Babilónica, cuya época de mayor esplendor se sitúa entre el tercer y el segundo milenio antes de Cristo. En Babilonia se conocían los números racionales y se resolvían ecuaciones algebraicas, sistemas de ecuaciones lineales y ecuaciones de segundo y tercer grado. En los orígenes de las matemáticas se dedicó especial importancia a los problemas de geometría métrica. El sistema numérico utilizado en Babilonia era sexagesimal y la escritura de tipo cuneiforme. En estos caracteres se han hallado numerosas tablas de arcilla que tratan la resolución de diversos problemas geométricos relacionados con la construcción, como son la resolución de triángulos, la cubicación del movimiento de tierras o el cálculo de volúmenes de estructuras de fábrica.

No conocemos demasiado de las construcciones desarrolladas en Mesopotamia alrededor de las ciudades de Babilonia y Nínive debido a que han desaparecido casi en su totalidad. Sin embargo nos han llegado referencias a través de griegos y romanos y en particular de Herodoto, Diodoro, Plinio el viejo y Estrabón. Según Plinio la muralla de Babilonia tenia unos 100 km de largo y unos 60 metros de alto y según Diodoro un túnel de fábrica subterráneo cruzaba de orilla a orilla el Eúfrates en Babilonia. Estas informaciones no han sido demostradas nunca con hallazgos arqueológicos, sin embargo, estos mismos hallazgos han demostrado la existencia de numerosas y muy importantes obras de edificación, de abastecimiento y saneamiento, de regadío e infraestructuras de comunicación.

Egipto

En el antiguo Egipto la matemática alcanzaría un desarrollo muy notable, aunque probablemente no tan brillante como en Mesopotamia. Los grandes proyectos constructivos de la civilización egipcia se llevaron a cabo, como no podía ser de otra forma, durante las tres grandes etapas de apogeo de la civilización egipcia. En el primer periodo (entre los años 2.700 a 2.200 a.c.) se construyen las grandes pirámides, en el segundo periodo (2.000 a 1.800 a.c.) se llevan a cabo los grandes proyectos hidráulicos de la doceava dinastía, y durante el tercero, entre los años 1.600 y 1.300 a.c. se construyeron los templos de Luxor y Karnak. Para todo ello era necesario tener un conocimiento de los fundamentos de matemáticas. Y los egipcios los tenían. En el antiguo Egipto se utilizaba un sistema jeroglífico en base decimal, conocían los números racionales, las ecuaciones algebraicas y eran capaces de resolver un buen número de problemas geométricos en los que destacaron especialmente y que serían la base el desarrollo de la geometría griega.

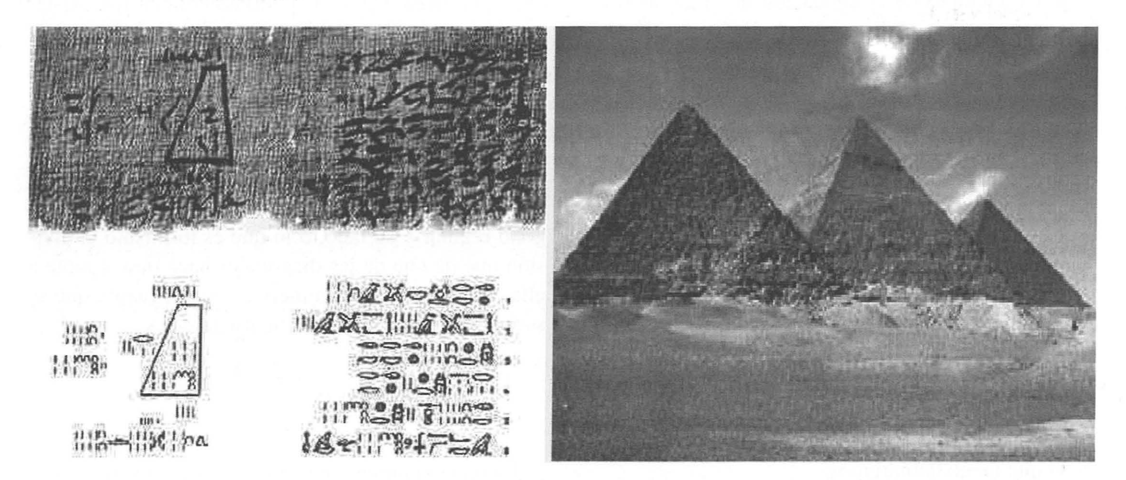


Figura 1
Cálculo del volumen de una pirámide truncada en escritura jeroglífica (papiro de Moscú). Pirámides de Ghiza(El Cairo)

La etapa clásica. Grecia y Roma

Grecia

El progreso que experimentó la ingeniería y la arquitectura durante la hegemonía de la Grecia Clásica en el Mediterráneo fue asombroso, y lo fue al mismo tiempo que las ciencias se desarrollaron de forma sorprendente. Con anterioridad al siglo VI a.c. no existían teorías generales sobre los fenómenos de la naturaleza ni se contaba con las herramientas matemáticas básicas con las que estudiarlos y preverlos. Ni siquiera había una conciencia clara sobre el hecho de que los fenómenos naturales tuvieran que estar sujetos a una serie de reglas y fueran susceptibles de ser previstos. Uno de los grandes hitos de la historia de las ciencias sitúa a los griegos como descubridores de la ciencia misma, entendiendo como tal el hecho de que existan reglas generales que rigen el funcionamiento de la naturaleza y que esas reglas se puedan escribir en términos del lenguaje de las matemáticas. Durante el siglo III a.c. se establecerán en Grecia algunos de los principios básicos de esta ciencia que son admitidos hasta hoy. Partiendo de la tradición babilónica y egipcia, a la Grecia Clásica debemos el desarrollo de los números irracionales, la trigonometría, la geometría métrica y la teoría de números. En la Grecia Clásica sigue teniendo un papel primordial la geometría, para así poder resolver cuestiones relacionadas con la construcción y la agrimensura. Un ejemplo de la aplicación de la geometría a la construcción es el desarrollo de la Topografía. Los griegos utilizaban teodolitos parecidos a los de hoy, como el *Groma* y el *Dioptra,* para conseguir materializar las obras proyectadas. El encargado del diseño y la construcción de las obras en Grecia era el *architecton.* Los *architecton* no aprendían su profesión en ninguna escuela especializada sino como resultado de los conocimientos y experiencias transmitida por sus maestros. Los órdenes arquitectónicos considerados correctos y las proporciones más adecuadas de casi cualquier elemento arquitectónico estaban claramente determinadas y el *architecton* era capaz de trasladar esa misma proporción adaptada a las dimensiones del proyecto en cuestión. En este sentido era aceptada de manera general la proporción áurea, de la que luego hablaremos.

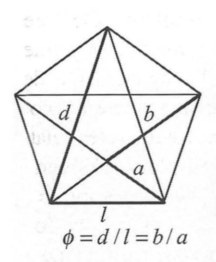
Algunos de los matemáticos más importantes de la Antigua Grecia fueron Tales, Pitágoras, Eudoxo, Demócrito, Euclides, Arquímedes y Apolonio. De Tales de Mileto (624–548 a.c.) se dice que fue el primer matemático auténtico, debido a la organización deductiva que utilizaba en sus desarrollos matemáticos. A él se atribuyen los cinco Teoremas de Tales relativos a cuestiones sobre geometría plana. Diógenes Laercio, Plinio y Plutarco relatan que Tales midió la altura de las pirámides de Egipto observando las longitudes de sus sombras en el momento en que la sombra proyectada por un palo vertical era igual a su altura. Cierto o no el relato, esta anécdota y otras más atribuidas a Tales nos da idea de la estrecha relación que ligaba la construcción y los antecedentes de la topografía con el desarrollo de las matemáticas.

Pitágoras (569–475 a.c.), discípulo de Tales, funda la escuela pitagórica, de carácter comunal y secreto, que perseguía el desarrollo de los estudios filosóficos y matemáticos como base moral para la dirección de la vida. Hasta Pitágoras y su escuela las matemáticas se acababan limitando a una serie de recetas numéricas aplicables a cuestiones de contabilidad, construcción o agrimensura. Con la Escuela Pitagórica las matemáticas («aquello que se aprende») adquieren una estructuración intelectual que las liga íntima e irremisiblemente con la filosofía («el amor a la sabiduría»), lo cual le otorga categoría de disciplina científica frente al carácter más práctico que había tenido en las etapas anteriores. En este sentido las matemáticas pasan a estar menos ligadas en esta época con la praxis de la construcción y pasan por otra parte a adquirir un cierto carácter, podríamos decir que hasta, esotérico, místico o incluso sagrado. El así llamado Teorema de Pitágoras era conocido en Babilonia aunque se deba a la escuela Pitagórica su demostración formal. También se atribuye a Pitágoras el descubrimiento de la sección áurea o divina proporción.

Se conoce como *razón aúrea* o *divina proporción* a la relación que existe entre la diagonal de un pentágono regular y su lado, o lo que es lo mismo la división que de una de las diagonales hace otra secante a ella (fig. 2). El valor numérico de esta razón, que se suele representar con la letra griega ϕ, es .

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

La sección áurea, que en tiempos de los griegos se conocía simplemente como *la sección*, era continuamente utilizada en ingeniería y arquitectura y son nu-



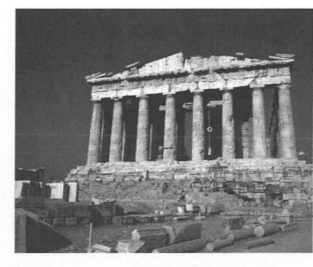


Figura 2
Sección áurea. El Partenón de Fidias, Ictinio y Calícrates (s. V a.c.)

merosos los ejemplos que nos quedan en construcción del uso de estas proporciones consideradas como armoniosas y agradables a la vista. De hecho los órdenes clásicos están llenos de «claves áureas» de forma que es la proporción más comúnmente utilizada desde las dimensiones de la fachada (como en el Partenón) al último elemento decorativo.

Fundamental fue la labor desarrollada por Euclides (325–265 a.C.), autor de *Elementos,* el tratado de matemáticas más completo de la antigüedad que siguió siendo utilizado como «biblia» de las matemáticas hasta finales de la Edad Media y Arquímedes (287–225 a.C.) con descubrimientos fundamentales en cálculo, geometría y mecánica.

Roma

La civilización griega no tuvo en general un poder político centralizado como ocurrió en la civilización romana. Las necesidades de organización política, económica y social del Imperio Romano requerirán la construcción de una serie de obras de ingeniería y arquitectura de gran envergadura que antes no habían sido necesarias. Así los ingenieros romanos logran importantes desarrollos en ingeniería hidráulica, edificación, construcción de infraestructuras de comunicación y minería, fundamentales todas ellas para la sociedad urbana sobre la que se asientan. Uno de los rasgos más destacados del legado de Roma a la civilización occidental es el desarrollo de una red de infraestructuras y edificios públicos que ha perdurado durante muchos siglos y que en muchos casos permanece incluso en uso en el momento actual. La Civilización Romana no destaca en cambio por desarrollos científicos especialmente importantes. Por el contrario la civilización Griega, con la que coexiste durante varios siglos, seguiría dando lugar a un importante desarrollo de las disciplinas científicas y en particular de las matemáticas. Aunque Roma acabe por conquistar militarmente Grecia se dejará conquistar en cambio por su cultura y su ciencia. Los ingenieros romanos estaban sensiblemente más preocupados por los aspectos prácticos que por los teóricos o incluso los estéticos. Aunque copiarán de los griegos los modelos arquitectónicos en cuanto a materiales, procedimientos y estética, la preocupación fundamental de los ingenieros romanos es la funcionalidad de las obras que construyen.

La profesión de *architectus* era muy bien considerada socialmente y los emperadores reclutaban a jóvenes que mostraran buenas aptitudes para formarles como ingenieros, y sufragaban esa formación, entre la que se incluía una cierta instrucción en matemáticas. De entre ellos fueron especialmente notables las figuras de Vitrubio al servicio del emperador Augusto, autor del famoso tratado sobre ingeniería y arquitectura, Agripa, ministro de Augusto e ingeniero, Severo ingeniero de Nerón, o Apolodoro al servicio de Adriano. El estrato social de procedencia de este «cuerpo de ingenieros» era variopinto, así encontramos ingenieros procedentes de familias patricias y plebeyas, ciudadanos romanos, libertos e incluso esclavos. A pesar de la existencia de esta especie de escuelas para la formación de ingenieros, los conocimientos formales con que contaban éstos eran en muchos casos bastante deficientes. Son palabras de Vitrubio las que defienden que un ingeniero debía tener un riguroso conocimiento de las ciencias y las artes, pero probablemente con estas palabras expresaba una situación deseable más que el estado real de las cosas. Las matemáticas de Euclides y Arquímedes aunque sobradamente conocidas en Roma no eran muchas veces conocidas suficientemente por los ingenieros, que se limitaban a tener en muchos casos unos conocimientos mínimos de aritmética, por otro lado bastante engorrosa en el sistema de numeración romano. En la mayor parte de los casos los ingenieros romanos hacían caso omiso de la geometría plana que tanto había sido estudiada en la Grecia Clásica y en muchos otros desconocían incluso la trigonometría y se limitaban a obtener aproximaciones para la medición de áreas superponiendo mallas ortogonales.




Figura 3
Coliseo de Roma (80 d.c.). Puente de Alcántara s. I

El arco utilizado por los romanos fue en casi la totalidad de las obras proyectadas de medio punto. El arco romano se trataba pues de un arco semicircular, en algunos casos algo rebajado, que si bien trabajaba como tal no era especialmente refinado a la hora de reducir los flectores y trabajar a compresión. De hecho, los Romanos utilizaban muy raramente las cónicas en general, y las parábolas en particular, como elemento estructural. Por el contrario sí que era relativamente frecuente la utilización de arcos elípticos o parabólicos u otro tipo de curvas como las espirales de Arquímedes en elementos constructivos en planta o detalles decorativos.

Así por ejemplo el Coliseo de Roma (inaugurado por el emperador Tito en el año 80 d.c.) es una elipse (de semiejes 94 m x 78 m) casi perfecta en su planta. Aunque probablemente sus proyectistas desconocían las propiedades fundamentales de las cónicas, descubiertas casi en su totalidad por los matemáticos griegos, sí que eran conocedores de algunas de sus propiedades y eran capaces de trazar las elipses por el llamado «método del jardinero». Hasta el nacimiento de la geometría analítica de Descartes (1596–1650) y Fermat (1601–1665) no será posible trabajar analíticamente con las cónicas y el resto de los elemento geométricos.

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1 \qquad a=94\,m \quad b=78\,m$$

Figura 4
Coliseo de Roma (80 d.c.). Ecuación analítica de su elipse

A pesar de lo contundente de las obras que llevaron a cabo, los Romanos no tenían un conocimiento básico de lo que hoy conocemos como resistencia de materiales, ni siquiera de los fundamentos de la estática, que no aparecerán hasta el Renacimiento. Es cierto que hay una infinidad de ejemplos que dan fe de cómo los romanos eran unos hábiles constructores que conocían las reglas fundamentales de la construcción, pero también es cierto que en sus obras se movían casi siempre del lado de la seguridad no reparando demasiado en los costes de materiales y mano de obra. Probablemente no eran demasiado conscientes de que la resistencia de un arco depende no sólo de su sección, sino también de su forma, pero sí que tenían una cierta idea intuitiva de cómo trabajaban las estructuras y de cuál era la forma más correcta de distribuir las cargas.

Matemáticas y construcción en la Edad Media

Las invasiones bárbaras, sumen al continente europeo en una profunda decadencia en los ámbitos cultural, científico y tecnológico y habrá que esperar al Renacimiento para asistir al resurgimiento de las artes, la ciencia y la tecnología. Durante gran parte de la Edad Media la vanguardia de la ciencia penetra en Europa a través del Islam, donde se conservan los conocimientos científicos de la antigüedad y se avanza en el estudio de las ciencias en general y de las

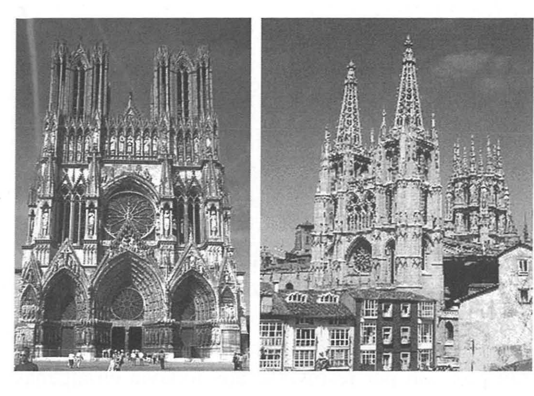


Figura 5
Catedral de Reims (1300). Catedral de Burgos (1260)

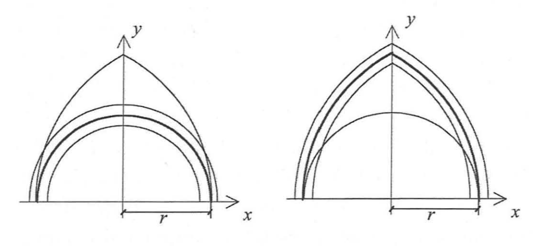


Figura 6
Ecuaciones analíticas de un arco de medio punto y apuntado

matemáticas en particular. Al Islam se deben numerosos avances relacionados con el Álgebra y el Cálculo. Es por ello por lo que durante la Edad Media los reinos cristianos de España tienen un papel importante como nexo de unión entre la cultura científica transmitida por el Islam desde Al-Andalus y el resto de la cristiandad. Como excepción a este paisaje de sequía matemática cabe destacar la figura de italiano Fibonacci (1170–1250). No será hasta finales de la Baja Edad Media cuando los reinos cristianos de occidente tomen de los musulmanes el relevo de la tradición greco-latina y consigan hacer renacer primero, y llevar mucho más lejos después, el desarrollo científico.

Este «olvido» de la tradición científica durante la Edad Media no significa que sus ingenieros no nos hayan dejado algunas de las construcciones más significativas de la historia de la arquitectura y la ingeniería. Los protagonistas de estos grandes avances constructivos de la Edad Media fueron un gremio de *maestros de obras* carentes, en general, de formación académica de ningún tipo y en muchos casos iletrados. Aunque mejor considerados socialmente que otros colectivos de artesanos, los 'ingenieros medievales' carecían de nociones básicas de ciencia y basaban su conocimiento sobre construcción en la experiencia. Aunque durante la Edad Media se realizaron importantes avances en ingeniería y arquitectura civil, el más importante logro constructivo de la Edad Media es la construcción de las grandes catedrales primero románicas y luego góticas.

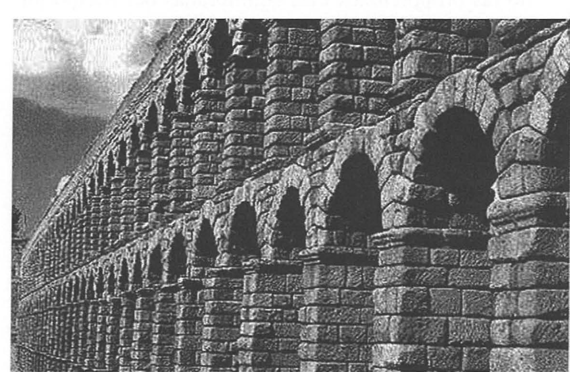




Figura 7
Aceducto Romano de Segovia (s. I). Acueducto Gótico de Coutances (Normandía, 1277)

Los avances tecnológicos en el campo de la construcción que tienen lugar durante la Edad Media y sobre todo del siglo XI en adelante marcan el cambio de estilo constructivo desde el románico al gótico. El desarrollo de los grandes pilares capaces de soportar las estructuras utilizados junto con muros pantalla, la utilización de las bóvedas de crucería, o la sustitución de los arcos de medio punto por los apuntados suponen grandes cambios en la tecnología de construcción que implican un cambio *estético* y *estático* fundamental. Los grandes pilares góticos consiguen sostener estructuras mucho más altas y con más luz gracias al aligeramiento que supone la incorporación de nervios estructurales en las bóvedas de crucería, pero precisan la disposición de contrafuertes y arbotantes que trasmitan las cargas laterales a las cimentaciones. Por otra parte los arcos ojivales del gótico se acercan más a la línea antifunicular óptima para soportar los esfuerzos por compresión pura. Como el resto de los grandes cambios estéticos de la historia de la construcción, el cambio del románico al gótico viene protagonizado por un cambio tecnológico y de las necesidades del momento histórico y del espacio geográfico en el que tienen lugar.

Los maestros de obras del medievo no tenían los conocimientos mínimos de estática como para plantear el balance de fuerzas en el que se basa el equilibrio de un arbotante. Ni mucho menos eran conscientes de que el apuntamiento de los arcos ojivales los acercaba a la curva antifunicular y eliminaba con ello los esfuerzos flectores sobre el arco, facilitando con ello su esbeltez. La mayor parte de ellos no eran capaces de utilizar las herramientas matemáticas heredadas de la tradición clásica para hacer cálculos geométricos básicos. Sin embargo, los maestros de obras medievales tenían una idea intuitiva de cómo funcionaban las estructuras que no había existido en épocas anteriores. Habrá que esperar hasta el siglo XVII para empezar a conocer los fundamentos científicos en los que están basados los tipos estructurales góticos, empleados mucho antes de ser capaces de ser explicados matemáticamente.

Más que en los progresos de la ciencia, el desarrollo de la ingeniería y la arquitectura de la Edad Media se apoya pues en los grandes cambios en los procedimientos de construcción que tienen lugar en esta época. En este sentido se desarrollan diversos ingenios que perfeccionando las máquinas empleadas en la época romana, e incorporando la tradición árabe que penetra en Europa a través de la España musulmana, permiten mejorar de manera considerable los procedimientos de construcción. Esta mejora en las técnicas de construcción contribuye a descargar el peso de las tareas constructivas que hasta entonces recaían de manera más importante en el trabajo humano. A este proceso de «liberación» de los «obreros de la construcción» con respecto de la situación existente en la época romana contribuirá la expansión de la moral cristiana a lo largo de toda Europa. En cualquier caso este proceso no culminará en Europa hasta después de la revolución industrial y con toda seguridad está aún por resolverse hoy todavía en algunas regiones del mundo.

El Renacimiento

El Renacimiento traerá consigo el resurgir de la cultura artística y científica en la Península Itálica durante el siglo XV y desde allí se propagará al resto del viejo continente. En el campo de las matemáticas destacan las figuras de los italianos Pacioli (1445–1517), Tartaglia (1499–1557), Cardan (1501–76) y Ferrari (1522–1565). El prototipo de hombre del renacimiento, Leonardo da Vinci (1452–1519) también dedicó parte de su labor científica a las matemáticas, sobre todo a la geometría, además de a la pintura, escultura, arquitectura e ingeniería entre otras disciplinas.

Leonardo colaborará con Pacioli, autor de *Divina Proportine* (1509), en cuestiones relativas a la *sección áurea* y otros temas de geometría. Para Leonardo las proporciones mas equilibradas del cuerpo humano también siguen esta razón que gobierna las proporciones ideales de la arquitectura, lo que queda reflejado en su *Estudio de proporciones. La Arquitectura de Vitruvio*. En el «hombre ideal» de Leonardo, el lado del cuadrado que circunscribe una figura humana correctamente proporcionada y el radio de la circunferencia que tiene por centro el ombligo, están en proporción áurea.

Además de como artista, Leonardo es fundamentalmente conocido por sus descubrimientos en el campo de la ingeniería. A él se debe la frase: «La mecánica es el paraíso de la ciencia matemática porque aquí nos encontramos los frutos de las matemáticas». Leonardo tiene un conocimiento bastante adecuado de los fundamentos de mecánica e incluso de

ciertas cuestiones de resistencia de materiales. Fue responsable del desarrollo de una forma rudimentaria del principio de los trabajos virtuales que será mejorada más tarde por su compatriota Galileo. Parte de este conocimiento de la mecánica está basado en la experimentación, para ello realizó por ejemplo ensayos para determinar la resistencia de cables de acero o vigas de madera. En este sentido Leonardo es un pionero de la expirementalidad científica, que será mucho más ampliamente desarrollada durante el siglo XVII.

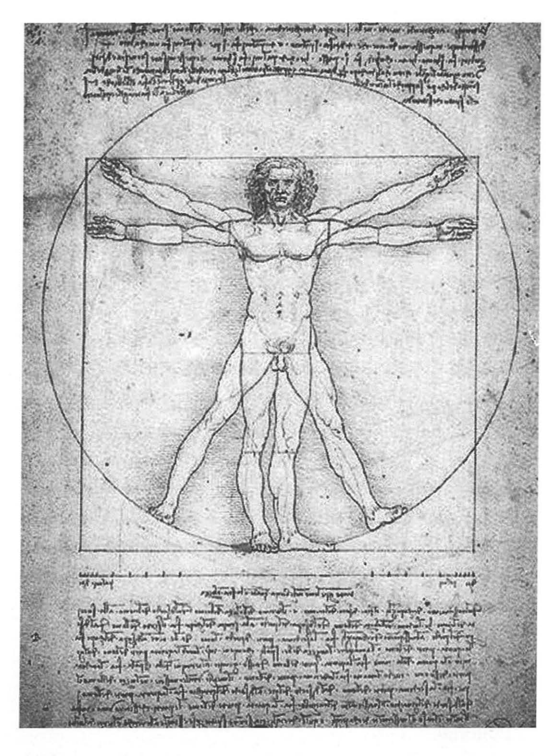


Figura 8
El «hombre ideal» de Leonardo

La actividad de Leonardo como ingeniero le lleva al desarrollo de diversas máquinas e ingenios mecánicos muchos de ellos empleados en construcción. En este sentido desarrolla una actitud novedosa con respecto a su entorno histórico, que no se limita a las observación, instalación y reparación de una gran variedad de máquinas ya conocidas en la época clásica y desarrollasdas después durante la Edad Media, como los mecanismos que constituían los engranajes de un molino o los tornillos de aquímedes, sino que gracias a su estudio exhaustivo pretende modificarlos y desarrollar otras nuevas máquinas a partir de las ya conocidas, profundizando así en el desarrollo del conocimiento científico. Se trata ésta de una actitud que si bien no puede calificarse como nueva, si que supone uno de los avances que caracterizan lo que conocemos como Renacimiento. Muchas de estas máquinas desarrolladas por Leonardo son de aplicación directa en construcción como grúas, gatos, compuertas, bombas y otros ingenios. En el campo de la ingeniería también es responsable del diseño de puentes levadizos y hasta de un modelo de puente de celosía.

En algunas ocasiones los ingenios de Leonardo son más que otra cosa una representación gráfica de cómo podrían ser estos artefactos y no están científicamente bien fundamentados, pero en cualquier caso muestran la capacidad inmensa de un genio para adelantar una serie de máquinas que se han desarrollasdo en términos parecidos mucho más tarde. Estos diseños se organizan en una serie de cuadernos escritos a partir de 1490 y son recogidos en una decena de códices que se conservan en diversas bibliotecas y museos del mundo. En particular, el conocido como *Códice de Madrid* se conserva en la Biblioteca Nacional y no fue descubierto hasta 1966.

El Renacimiento marca una época de reencuentro entre la ciencia y la tecnología. Si durante la Edad Media ambas cosas viajan por caminos separados, la recuperación del legado científico de la etapa clásica y su incorporación a las tecnologías supone un enriquecimiento de éstas, en particular de la construcción. Por otra parte las necesidades *técnológicas* alientan el progreso de las ciencias, preparando el gran desarrollo de éstas que van a tener lugar durante el siglo XVII y que no se podría entender sin el *resurgimiento* de los siglos XV y XVI. Sin embargo durante los siglos XV y XVI las técnicas constructivas no varían sensiblemente con respecto de las empleadas en la Baja Edad Media a pesar de que las tendencias estéticas lo hagan de manera manifiesta volviendo sus ojos a la Edad Clásica. El arcos de medio punto es el más utilizado. Como ejemplos de puentes de piedra con arco de medio




Figura 9
Puente de Rialto (Palladio, 1591). Pont Neuf (1604)

punto podemos citar los conocidos de *Rialto* en Venecia, *Pont Neuf* de París, o el *Puente della Trinitá* en Florencia. Como novedad podemos hablar aquí de los puentes de celosía proyectados por el arquitecto *Andrea Palladio* (1518–1580). Aunque con ciertos precedentes históricos, como queda reflejado en los dibujos de Leonardo, o algunos puentes en el norte de Europa de los que habla el propio Palladio, el arquitecto-ingeniero pasa por ser el primero en diseñarlos y construirlos. La aparición de los puentes de celosía supone un avance tecnológico importante en ingeniería civil por lo que supone de aligeramiento de la estructura y de conocimiento de cómo trabaja ésta. Sin embargo este tipo de puentes no será demasiado utilizado hasta el siglo XVIII. La incorporación de ésta y otras tecnologías novedosas coincide en tiempo con los progresos de la ciencia que tienen lugar durante el Renacimiento. La interdependencia entre ciencia y tecnología se hará mucho más manifiesta a partir del siglo XVII. Durante este siglo Descartes, Fermat, Newton y Leibniz, entre otros, establecen las bases de la geometría analítica y del cálculo diferencial y con ello se empieza a disponer de las herramientas matemáticas definitivas para que a partir del siglo XVIII se desarrolle con total rigor la teoría de estructuras y de la resistencia de materiales.

En cualquier caso el desarrollo científico ha marcado ineludiblemente la construcción en cada periodo histórico. La historia de la ingeniería y la arquitectura es la historia del periodo histórico que las soporta y por ello está necesariamente caracterizada por las necesidades de la sociedad de su época, por las corrientes artísticas del momento, por los materiales de los que se dispone, pero tanto o más que por todo eso lo está por el desarrollo científico, y en último caso matemático, de esos años, que es el responsable último de la tecnología constructiva disponible y del conocimiento estructural de los proyectos llevado acabo, y esto marca la estática y la estética de las obras en todo lugar y momento.

Lista de referencias

Boyer, C. B. 1999. *Historia de la Matemática*. Madrid: Alianza Editorial.

Cardwell, D. *Historia de la tecnología*. Madrid: Alianza Editorial.

Courtenay, L. (ed.). 2000. *The Engineering of Medieval Cathedrals*. Aldershot: Ashgate.

Gamow, G. 1998. *Biografía de la Física*. Madrid: Alianza Editorial.

Kirby, R., S. Withington, A. Darling and F. Kilgour. 1990. *Engineering in History*. New York: Dover publications inc.

Peralta, J. 1999. *La matemática española*. Madrid: Nivola.

Timoshenko, S. P. 1983. *History of Strength of Materials*. New York: Dover publications inc.

De informes, ruinas y corrupción. El estado de la muralla de Jerez de la Frontera en 1510

Manuel Romero Bejarano

La toma de Antequera por las tropas cristianas en 1410 alejó de modo definitivo el peligro de los ataques musulmanes del Reino de Granada a Jerez. La frontera que da nombre a la localidad, si bien estuvo muy cerca de la ciudad casi hasta el fin de la Reconquista, a partir de estos momentos se torna más segura para los jerezanos, quienes pronto olvidaron los sitios y correrías de la morisma. La ausencia de riesgo de un ataque exterior hizo que las fortificaciones urbanas resultasen innecesarias y la población, que aumentó a buen ritmo durante todo el siglo XV gracias al auge económico de la zona, pronto traspasó los límites históricos de la ciudad, marcados por sus murallas, y comenzó a establecerse en el extramuro en torno a dos parroquias que en pocos años se convertirían en las más pobladas: San Miguel y Santiago. La tradición guerrera que había marcado a Jerez desde su incorporación al Reino de Castilla en 1264, impidió que las defensas desapareciesen para favorecer la expansión urbana, si bien, como veremos, tampoco se fue muy estricto en su conservación.

La muralla de Jerez

La muralla jerezana, que se conserva en su mayor parte, discurre casi siempre oculta por otras edificaciones conformando un perímetro cuya forma se aproxima a la de un cuadrado. El recorrido de la cerca se puede seguir desde la Puerta de Rota por las calles Ronda del Caracol, Muro, Ancha, Porvera, Larga, Lancería, llegando hasta la plaza del Arenal. Desde aquí por la calle de las Armas llega hasta el Alcázar y cruzando la Alameda Vieja se internaría (en un tramo que está casi del todo perdido) en las bodegas González-Byass para pasar por el Arroyo y continuar por el interior de las bodegas Domecq hasta la Puerta de Rota..

En los vértices del conjunto se sitúan grandes torres: al norte y al sur de forma octogonal y al este y al oeste cuadradas.[1] Por otro lado, a intervalos mucho más cortos están dispuestas torres cuadrangulares de menor entidad. En la zona meridional del recinto, aprovechando una situación de gran visibilidad sobre la campiña, se levanta el alcázar. En la parte exterior de la muralla existía una barbacana, y en algunas zonas especialmente vulnerables, un foso (Aguilar 2000, 102). En un principio fueron cuatro las puertas que se abrían en este recinto, numero que aumentó considerablemente a lo largo del XVI. En la plaza del Arenal estaba la Puerta del Real, de la que salían los caminos que iban a Arcos y Medina Sidonia. En la confluencia de las calles Larga y Porvera se situaba la Puerta de Sevilla, de donde partía la vía que comunicaba con esta ciudad. La plaza denominada Puerta de Rota nos indica que allí existió otro acceso del mismo nombre a la ciudad por el que se entraba cuando se venía de Rota, Sanlúcar y Chipiona. Por último, desde la Puerta de Santiago, que estaba enfrente de la actual parroquia homónima, se partía hacia Trebujena y el despoblado de Asta. Los muros tienen unos 2,60 metros de grosor y unos 9 de altura

y están realizados en tapial, usándose en algunos puntos el ladrillo y la cantería. Al parecer, la obra que se conserva hoy fue construida durante la dominación almohade, a mediados del siglo XII, si bien las últimas investigaciones (Aguilar 2000) indican que se edificó sobre una obra del siglo anterior.[2]

La conservación de las murallas

A finales del siglo XIII, cuando la ciudad sufría con frecuencia ataques desde el reino de Granada, Sancho IV concedió para la conservación de los muros a los jerezanos «por los muchos servicios que fezistes a los Reyes»[3] el diezmo (la décima parte) de la cal y la treintena parte de la teja y el ladrillo que se produjese en la ciudad, además de las penas de los juegos prohibidos. El privilegio, que fue confirmado por los monarcas sucesivos,[4] proporcionaba a la ciudad unos medios con que salvaguardar un elemento defensivo imprescindible en aquellos momentos, al igual que sucedía en otras urbes de Castilla en aquellos momentos (Baldeón 1991).[5] El obrero mayor de los muros era la persona que se encargaba de cobrar y, al menos en teoría, gastar el dinero destinado a las defensas. Este cargo durante todo el XVI estuvo en manos de caballeros capitulares que arrendaban a otras personas el cobro de estas rentas.[6] La elección del obrero se hacía a suertes entre los miembros del ayuntamiento, si bien la corona podía disponer de este cargo y concederlo a alguien a modo de gracia. Aun así, si el cargo se elegía al azar entre los capitulares, el monarca debía confirmar el nombramiento. Una vez obtenido el mismo, tan sólo el monarca podía desposeer de su cargo al obrero, que conservaba el título de por vida. Esta situación generó algún que otro problema. En la época que estudiamos, los inicios del XVI, también se aplicaba a la conservación de los muros la alcabala[7] que se cobraba por la venta de teja, cal y ladrillo. Esta renta también era arrendada por el cabildo a un particular.

«Santas cosas son llamadas los muros et las puertas de las çibdades e villas».[8] Así lo expresaba el rey Alfonso X en las partidas, y así fue considerado por los jerezanos durante los siglos XIII y XIV, ya que de la conservación de las fortificaciones dependía su supervivencia. Sin embargo, una vez alejado el peligro bélico, el respeto a las defensas urbanas se fue perdiendo. De hecho, cada vez tenía menos sentido conservar una cerca que separaba el núcleo primitivo de los nuevos arrabales que surgieron en torno a San Miguel y Santiago. En ningún momento a lo largo del quinientos se pensó en derribar esta barrera, pero su inutilidad manifiesta hizo que tampoco la ciudad se plantease su reforma integral. Desde el siglo XII en que se construyó la muralla hasta el siglo XVI el arte de la guerra había evolucionado mucho. El uso de la artillería, en aquel entonces inexistente, se había generalizado durante el gobierno de los Reyes Católicos (Herrero 2000). Las cortinas lisas de tapial, como son las de la muralla que nos ocupa, poco tenían que hacer frente a las balas de cañón. Por eso las fortalezas que estaban en primera línea de guerra (caso en el que no se encontraba Jerez) se renovaron con baluartes que avanzaban desde los muros ofreciendo ángulo al campo para así rechazar los posibles ataques.

Aunque, como hemos dicho, la intención de los capitulares era conservar las defensas, más por razones simbólicas que por otra cosa, el paso del tiempo se dejaba sentir en la deleznable obra de tapial y por si fuera poco el pueblo, ya en el siglo XV, actuaba contra ellas deteriorándolas aun más. Por ello en 1480 el ayuntamiento tuvo que aprobar una ordenanza (Ríos 2003, 16) encomendando la custodia de los muros a Hernán Ruiz, caballero veinticuatro, para que evitase «que ninguna ni alguna persona no sea osado de hechar no haga echar en ellos ni a rrais de ellos no se le eche estiercol ni se haga fuego . . . ni hagan joyos a rrais de ellos ni se saque de los dichos muros ladrillos ni otra cossa».[9] Las denuncias sobre la precaria situación de las fortificaciones jerezanas van a ser constantes durante todo el siglo XVI.

El informe de 1510

El primer día de octubre de 1510 se presentó en el cabildo jerezano Diego López de Montijos, quien actuaba por un poder[10] en nombre de Fernán Ruiz Cabeza de Vaca. Éste era caballero veinticuatro y había obtenido el cargo de obrero mayor de Jerez por merced de la reina Juana I, y se dirigía al ayuntamiento para cobrar el diezmo de la teja, cal y ladrillo que se le adeudaba. Para ello presentaba una carta de la soberana dirigida al corregidor de Jerez. En ella se explicaba cómo hacía diez meses que había concedido el oficio de obrero a Fernán Ruiz, quien había estado

en Jerez visitando los muros con un caballero capitular y un albañil, examinando el estado de la cerca y el dinero que costaría repararla. Los principales problemas que encontraron en las defensas fueron los siguientes:

- El estado general de los lienzos de muralla era preocupante, y de no repararse pronto se acabarían por caer. De hecho, tal y como se contiene en la carta, tres días después de este reconocimiento se vino al suelo un trozo de lienzo de unos cinco metros de largo.
- La barbacana estaba todavía aun peor que la muralla, y dos pedazos de la misma estaban caídos.
- Una amplia zona de los muros estaba llena de basura, o como explica el documento original *«mucha parte de los dichos muros estan çiegos de estiercol lo qual dis que destruye mucho el argamasa de ellos».*[11] La cerca era un espacio en teoría protegido por la ley, pero que en la práctica era una tierra de nadie, una especie de gran espacio vacío en el medio de la ciudad que, aunque nominalmente pertenecía a la corona, en realidad estaba abandonado. La principal consecuencia de esta situación es que esta zona fuese utilizada como basurero, pese a que la ciudad tenía absolutamente prohibido arrojar desperdicios junto a los muros. Sin embargo, no se contaba con medios eficaces para evitar esta lamentable situación, y de hecho, las protestas por la asquerosa situación de las defensas no dejaron de sucederse a lo largo del XVI.

El obrero mayor gozaba de una renta anual de 20,000 maravedíes, lo cual se juzgaba más que insuficiente.

Ante esta situación, doña Juana ordenaba abrir una investigación para obtener información sobre este asunto, y pedía al corregidor de Jerez que le diese por escrito el estado de las murallas, las rentas destinadas a la reparación de las mismas y quienes las habían cobrado durante los últimos ocho años y las cuentas de los propios de la ciudad.

El corregidor obedeció la carta de su soberana, y recopiló la información que la misma le ordenaba. En primer lugar efectuó un nuevo reconocimiento de los muros, y para ello llamó a los mejores albañiles que había en la ciudad en aquellos momentos: Francisco Rodríguez, juez alarife, Diego Jiménez, Antón Esteban y Juan de la Oliva, quienes comenzaron con su cometido el 21 de octubre. Antes de comenzar con la misma, diremos que los maestros en su parecer miden los daños que tenía la muralla en tapias, que es una medida de superficie, hoy en desuso, equivalente a 3,88 metros cuadrados. Con estas tapias se refieren a zonas de los lienzos que bien habían desaparecido o bien habían perdido parte de su superficie.

El primer tramo analizado es el que transcurre entre la Puerta Real y el Alcázar (que iba por las actuales plaza del Arenal y calle de las Armas) aquí había cuatro lienzos de muralla, de los cuales 54 tapias necesitaban reparos, y asimismo había tres torres, una de las cuales necesitaba que fuesen reconstruidas seis tapias de su superficie. En la barbacana necesitaban arreglos un total de 76 tapias y en las inmediaciones de lo que lo que hoy es el Edificio los Arcos había una brecha, por la que entraban y salían tanto las personas como el ganado.

Al llegar al alcázar el informe se interrumpe, puesto que, aunque también era de propiedad real, como el resto de las murallas, era utilizado como cuartel y estaba bajo el control directo de la corona, por lo que su estado era competencia directa de la corte. Hay que señalar que en el documento que estamos analizando se especifica que en los puntos en que el alcázar se encontraba con la muralla (hoy plaza Monti y Alameda Vieja) existían dos postigos practicados en el muro para permitir el acceso de la población al intramuro.

El tramo que unía el alcázar con la Puerta de Rota era el más accidentado, pues era cruzado por el arroyo de Curtidores, que formaba una vaguada a la que confluían dos pronunciadas pendientes. También era el más deteriorado, entre los doce lienzos y once torres necesitaban reparaciones un total de 864 tapias, e incluso había, en la zona que recorre en nuestros días las Bodegas Domecq, un lienzo de muralla caído y otro medio caído, así como dos torres que también estaban en el suelo. La barbacana no estaba mucho mejor, puesto que eran menester para dejarla a punto reconstruir 380 tapias. En esta parte había un portillo, en las inmediaciones del alcázar, y un trozo estaba caído junto a la huerta del Monasterio del Espíritu Santo, al lado del Arroyo.

El trozo consecutivo, entre la Puerta de Rota y el torreón de la calle Muro, tampoco presentaba muy

buen estado. Entre los trece lienzos y doce torres había que reconstruir 348 tapias. La barbacana tenía dos trozos caídos, uno junto a la Puerta de Rota y otro en las inmediaciones de la calle Almendrillo, y precisaba 414 tapias nuevas.

Desde el torreón de la calle muro hasta la Puerta de Santiago la situación mejoraba bastante, pues entre los ocho lienzos y las ocho torres tan sólo hacía falta rehacer 99 tapias, y tan sólo dos de los lienzos de muralla presentaban desperfectos. No se puede decir lo mismo de la barbacana de este tramo, destruida en el tramo que recorrería la actual plaza de la Merced y en las inmediaciones de la Puerta de Santiago, necesitando en su totalidad 273 tapias. Junto a la citada plaza se abría otro postigo, que daba acceso al barrio de San Mateo a través de la calle Cordobeses.

En el pequeño trozo situado entre la Puerta de Santiago y el torreón octogonal que sirve de separación entre las calles Ancha y Porvera (hoy dentro de la casa que ocupa la Delegación de Cultura del Ayuntamiento), de tres lienzos y tres torres debían reconstruirse 34 tapias, mientras que en la barrera había que hacer lo propio con otras 122 tapias.

Entre la torre de Cultura y la Puerta de Sevilla existían nueve lienzos de muralla y diez torres, que habían de obrarse hasta completar las 248 tapias que faltaban, y en la barbacana, de la que un tramo junto a la Puerta de Sevilla estaba medio caído, era menester reedificar 414 tapias más.

Por último, el tramo que recorría las calles Larga y Lancería, entre las Puertas de Sevilla y el Real, contaba con trece lienzos de muro y doce torres (de las cuales sólo dos estaban afectadas) en los que tenían que reponer 348 tapias. En la barbacana había que edificar de nuevo otras 163, estando en muy mal estado un tramo de barrera situado en el actual acceso a la plaza del Progreso.

Hay que decir que a todas estas reparaciones había que sumar algunos arreglos necesarios en las puertas, y la retirada del estiércol acumulado junto a las murallas, que era mucho. El montante de la intervención que había que hacer en las defensas jerezanas era de 1.061.400 maravedíes, puntualizando los maestros encargados de hacer el reconocimiento «que los dichos muros e torres tyenen mucha nesçesidad de los dichos Reparos por que estan muchos de los dichos muros para dar en el suelo de cuya cabsa se recreçeria mas costa e aun dapno a los vesynos çercanos de los dichos muros». Por su parte el corregidor, Ramiro Núñez de Guzmán, en la conclusión de informe, indica a la reina que la ciudad no contaba apenas con medios económicos, y menos aún los vecinos «por que estan gastados e fatygados con los años pasados que han sydo esteriles e de mucha falta».[12] Por tanto, aprovechaba para solicitar a la soberana licencia para poder exportar de la rica campiña jerezana (algo que estaba prohibido sin la expresa licencia real) 2.000 cahíces de trigo[13] para poder emprender la obra con lo que se obtuviese de su venta.

Acompañan a este informe otros tres documentos presentados por Diego López relativos a los fondos de los que se había extraer el dinero para reparar los muros. En primer lugar encontramos el valor de la renta de la alcabala de la teja, cal y ladrillo desde 1506 hasta la fecha en que se escribía el informe. Sabemos que entre 1506 y 1508 el arrendador era Antón Díaz de Vergara, quien ofrecía a la ciudad 100.000 maravedíes por el cobro de la alcabala de la teja, cal y ladrillo, quedándose él con lo que obtuviese por encima de esta cifra y con un prometido (una especie de premio que en las subastas públicas se concedía al mejor postor) de 10.000 maravedíes. Entre 1509 y 1511 el arrendador era Diego Fernández, el Loro, que consiguió la cobranza de la renta al ofrecer a la ciudad la misma cantidad de su antecesor, obteniendo el mismo prometido.[14]

Siguen a este documento las cuentas del obrero mayor, heredadas por Pedro Fernández Vaca, de Fernán Ruiz Cabeza de Vaca,[15] homónimo del que le sucedía en el cargo en esos momentos, quién había fallecido el 11 de agosto de 1509. El difunto había ocupado el cargo en 1503 y durante el tiempo que lo ostentó había cobrado 237.700 maravedíes. Sin embargo había gastado bastantes menos, ya que había efectuado reparaciones en los muros en ese periodo por valor de 141.503 maravedíes, y su sueldo anual y el dinero que daba al arrendador ascendía a 30.500 maravedíes, por lo que el finado se había quedado ni más ni menos que con 64.697 maravedíes, que fueron mandados cobrar de inmediato por el corregidor a los herederos.[16]

Si les asombra que el obrero se quedase con tanto dinero ajeno, pásmense al conocer el contenido del tercero de los documentos adjuntados al informe. Catorce de los diecinueve mayordomos (cargo público que se encargaba de gestionar los fondos públicos) de la ciudad entre 1492 y 1507 había tomado para sí

parte de lo recaudado, con lo que estamos ante un caso de corrupción galopante. El corregidor había logrado imponerse y cobrar los 171.714 que debían las catorce personas que habían metido la mano en las arcas municipales durante aquel periodo. Pero no pudo utilizarlos en la reparación de las murallas ya que los había gastado en otros menesteres «por que la çibdad tenya mucha nesçesydad de se faser puentes e alcantarillas e adovar la fuente de pedro diaz e faser çiertas calçadas e alargar la carçel e Reparalla e faser una casa donde estovyese una persona que tovyese cargo de pesar el trigo e faser haryna en las açeñas e molinos de esta çibdad a pesar la harina que de ella se traya».[17]

Sabemos que el informe llegó a la corte, de hecho lo hemos localizado en el Archivo de Simancas, pero ignoramos si la desdichada reina Juana concedió la licencia para obtener el dinero necesario para realizar las obras. Pensamos que, por su magnitud, las obras nunca se llevaron a cabo, máxime, teniendo en cuenta que en el XVI ya las murallas jerezanas habían quedado anticuadas y en la práctica no servían más que de vertedero y de refugio de delincuentes. Si los muros han llegado hasta nosotros, no fue por su utilidad defensiva, sino porque la ciudad en época posterior permitió, para evitar derrumbamientos, que los ciudadanos ocupasen los lienzos de muralla con casas, como en la actualidad se conserva en la mayor parte de su recorrido.

Notas

1. La torre septentrional, denominada en algunos documentos como albarrana, es la que se encuentra en al confluencia de las calles Ancha y Porvera, en el interior de la Delegación de Cultura del Ayuntamiento; la torre meridional es la octogonal del Alcázar, denominada Torre del Oro. La occidental es el gran torreón que está en la confluencia de las calles Muro y Ronda del Caracol, mientras que la oriental está en la calle Larga, oculta entre una oficina bancaria y el bar La Moderna
2. En este artículo Aguilar analiza fuentes literarias que hablan de una ciudad amurallada a comienzos del siglo XII. Esto unido al examen de la parte baja de algunas de las torres de ronda le lleva a concluir que existió un recinto amurallado en la época de los reinos de taifa
3. Archivo municipal de Jerez de la Frontera (a partir de ahora A.M.J.F.) Archivo Histórico reservado. Cajón nº 3, nº 40. Se trata de una confirmación de dicho privilegio efectuada por Fernando IV en 1310. El documento original no se conserva en este archivo, pero se indica en el traslado que fue otorgado por Sancho IV, cuyo reinado transcurrió entre 1284 y 1295.
4. *Ib.* En el mismo documento encontramos insertas confirmaciones de dicho privilegio realizadas por Alfonso XI en 1327, Pedro I en 1371, Felipe II en 1572, Felipe III en 1603, Felipe IV en 1622 y Felipe V en 1701.
5. El autor indica cómo en otras localidades castellanas se financiaba el reparo y reconstrucción de las murallas con fondos municipales , citando los casos de Peñafiel, Piedrahita, León y Valladolid, entre otros. En esta última localidad en 1297, se ordena invertir en este menester las multas que pagaban aquellos castigados por comprar vino fuera del término de la ciudad.
6. Archivo de protocolos notariales de Jerez de la Frontera. 1578. Oficio XIII. Miguel Jiménez y Francisco Ramos. Fol. 237 y ss. En 27 de agosto de 1578 Martín Báez y alonso Domínguez, arrendadores del diezmo de la cal, teja y ladrillo, llegan a un acuerdo con Luis Vázquez, Francisco Gamboa, Jordán Méndez y Alonso Hernández, tejeros. Al parecer estos habían entablado un pleito con el anterior arrendador, Gil Guerrero, ya que afirmaban que no tenían que pagar todos el diezmo, sino cada tejero una cantidad determinada por el fuero propio de cada horno (que evidentemente era menos que el diezmo). La Justicia de Jerez había fallado en favor del arrendador, que había cobrado el diezmo íntegro. Sin embargo, los tejeros habían apelado, y el pleito se encontraba en la Chancillería de Granada en esos momentos. Los nuevos arrendadores se obligaron a devolverle la demasía correspondiente en caso de que el fallo fuese favorable a los tejeros. En todos los casos, la cantidad que pagaban por diezmo era más del doble de la que pagaban por fuero.
7. La *alcabala* era un impuesto que había que pagar al estado por la compra de cualquier bien.
8. Partida III, título XXVIII, ley XV.
9. A.M.J.F. Archivo Histórico Reservado. Cajón 1. nº 40, fol. 95 vto. Véase (Ríos 2003)
10. Archivo histórico general de Simancas. Cámara de Castilla, Pueblos, Legajo 9, Expediente 350. El poder fue otorgado ante el escribano sevillano Francisco de Trujillo en 26 de enero de 1510.
11. *Ib.* La carta de Juana I fue otorgada en Madrid en 3 de septiembre de 1510.
12. *Ib.* Informe sobre el estado de la muralla jerezana. Jerez, 21 de octubre de 1510.
13. El cahíz era una antigua medida de capacidad que equivalía aproximadamente a 666 litros.
14. *Ib.*Carta de fe otorgada por el escribano real Antón de la Zarza el 25 de octubre de 1510. Antón Díaz de Vergara se obligaba a entregar los 100.000 maravedíes a la ciudad de esta manera 25.000 en 1506, 37.500 en 1507 y 37.500 en 1508. En cambio, Diego Fernández se

comprometía hacerlo en tres partes iguales, pagando una cada año.

15. Se constata que se trataba de dos personas diferentes, aunque con los mismos nombres y apellidos, y probablemente emparentados. Se trata de una casualidad que puede volver loco al investigador más avezado.

16. *Ib.* Testimonio del cargo y descargo que se hacía a los herederos de Ferrán Ruiz Cabeza de Vaca por el dinero que cobró durante el tiempo que fue obrero mayor de Jerez. 19 de octubre de 1510

17. *Ib.* Cuentas de los mayordomos de Jerez desde 1492 a 1507. 26 de octubre de 1510. Los mayordomos que debían dinero eran los siguientes: En 1492 Alonso Fernández de Écija, 364 maravedíes; en 1493 Martín de Vique, 1407 maravedíes; en 1494 Ferrán Esteban y Alonso de Trujillo, 21.320 maravedíes (la ciudad incluso los llevó a pleito ante la Real Chancillería de Granada); en 1498 Pedro Vaca y Martín Dávila, 6.310 maravedíes; en 1499 Juan de Orbaneja, 1.286 maravedíes; en 1500 Gómez Suárez, 4.643 maravedíes; en 1502 Fernando de Morla, 1.000 maravedíes; en 1503 Fernando de Medina y Fernando de Guirola, 38.500 maravedíes; en 1505, Pedro Ferrández de Virués, 75.900 maravedíes; en 1507 García Rallón, el Mozo, 20.822 maravedíes.

Lista de referencias

Aguilar Moya, Laureano. 2000. Nuevos datos sobre las murallas islámicas de Jerez de la Frontera. *Revista de Historia de Jerez*, nº 6: 99–113.

Baldeón Baruque, Julio. 1991. Reflexiones sobre las murallas urbanas de la Castilla medieval. En *La ciudad y las murallas*: 67–87. Coordinadores, Cesare De Seta y Jacques Le Goff. Madrid: Cátedra.

Herrero Fernández-Quesada, María Dolores. 2000. Cañones y castillos: la artillería y la renovación de la arquitectura militar En *Las fortificaciones de Carlos V:* 171–193. José Carlos Hernando Sánchez (coordinador). Madrid: Del Umbral.

Ríos Martínez, Esperanza de los. 2003. *Antón Martín Calafate y Diego Moreno Meléndez en la arquitectura jerezana del siglo XVI.* Cádiz: Universidad de Cádiz,

Las técnicas constructivas en Manila a partir de los terremotos de 1863 y 1880.

Ana Ruiz Gutiérrez

En ocasiones el reconocimiento de nuestro pasado nos muestra la imagen del presente, este es el motivo por el que indagamos en las técnicas constructivas edificatorias del lejano archipiélago filipino, en dos etapas claves la prehispánica y la colonial, para descubrir la idiosincrasia de las construcciones filipinas en la actualidad.

La llegada de Magallanes en 1521 al archipiélago de Filipinas en busca de la ruta occidental de las Islas de las Especias, supuso la incorporación de unos territorios al esquema mental del hombre occidental que ya formaban parte de las rutas comerciales de intercambio del sudeste asiático. La muerte de Magallanes y la continuación por parte de Elcano de la travesía hasta la Península Ibérica, cerraba un ciclo en 1522 en el que el hombre por primera vez circunnavegaba la Tierra. La llegada, cuarenta y tres años después de Miguel López de Legazpi a estas islas, amplió las posibilidades de ocupación del territorio y evangelización que se habían emprendido en Nueva España. Desde 1565 y hasta 1898, las islas Filipinas formaron parte del imperio español y con ello de sus vicisitudes y momentos de gloria. (fig. 1)

Tardaron aún seis años desde su llegada a Cebú hasta la conformación del asentamiento en la isla de Luzón, la futura Manila, cuya fundación oficial como ciudad española fue el 24 de junio de 1571. El mismo Legazpi describe este momento: «El día de San Juan Bautista se fundó en nombre de S. Magd. en este río una población de españoles con su Justicia y Regimiento y otros oficios de republica y se le puso por nombre la ciudad de Manila de la Provincia de la Nueva Castilla por respeto a un pueblo que se hallo a diez leguas de aquí llamado Castilla de su nombre».[1]

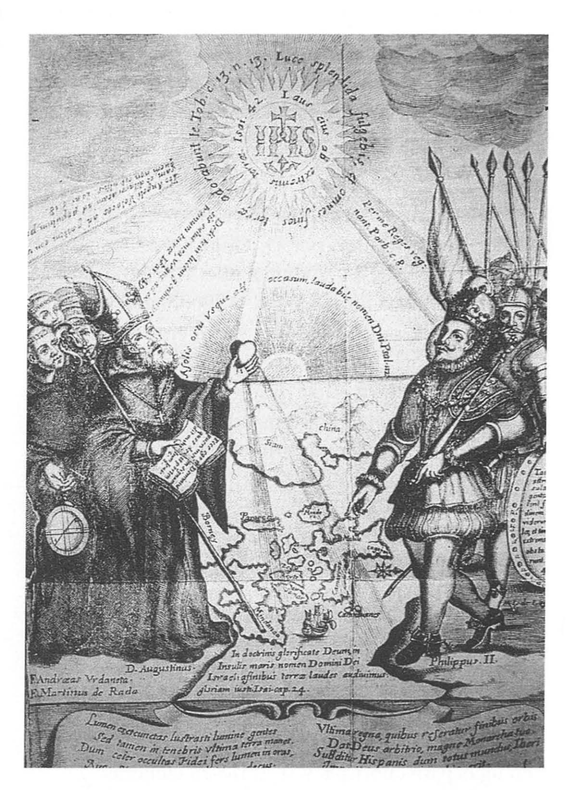


Figura 1
Alegoría de la Conquista de las islas Filipinas

El destino quiso que Miguel López de Legazpi una vez concluida la gran hazaña de su vida muriese en el año 1572, esta noticia la recoge el doctor Morga: «Muerto el Adelantado se halló entre sus papeles un despacho cerrado, de la audiencia de México, que governava cuando la armada salió de la Nueva España, nombrando (en caso que el Adelantado faltase) sucesor al gobierno, en virtud del qual, entró y fue obedecido Guido de Labazarris, oficial Real que era; el qual, con mucha prudencia, valor y maña, continuó la conversión y pacificación de las islas, y las governó». (Morga [1609] 1997, 28).[2]

Con este panorama el nuevo gobernador español de las islas Guido de Lavezaris tuvo que enfrentarse al más temido de los corsarios chinos, llamado Limahong en el mes de noviembre de 1574, a tan solo tres años de la presencia española en Manila. Los constantes asedios a la ciudad provocaron la muerte de indígenas y soldados españoles, entre los que se encontraba el propio gobernador.

Al conocer el rey la noticia de la muerte de Legazpi y Guido de Lavezaris nombró a Francisco de Sande, que llegó a Manila el 25 de agosto de 1575. Éste encontró una ciudad asediada por los ataques acontecidos, por lo que tomo la determinación de tomar las riendas de la pacificación no sólo de la capital de las islas sino de otras provincias filipinas.

En el año de 1580 el gobernador Francisco de Sande va a ser sustituido por D. Gonzalo de Ronquillo, alguacil mayor de la Audiencia de México, que va a tener como labor fundamental la repoblación española de las islas, ya que hasta la fecha eran apenas quinientos hombres de esta nacionalidad los que se encontraban en territorio filipino. Pero no es este el hecho más relevante de su mandato, sino que durante el mismo, fue nombrado primer obispo de las Filipinas, Fray Domingo de Salazar, de la orden de santo Domingo, quien repartió a los vecinos dinero de su hacienda para que se hicieran de nueva construcción sus casas, ya que en el día del entierro del gobernador D. Gonzalo de Ronquillo en el año 1583, una vela quemó el túmulo de la iglesia de San Agustín en Intramuros. Este incendió destruyó nuevamente Manila, lo que impulsó a que Fray Domingo de Salazar incentivase la construcción de casas de cal y canto, además de ocuparse personalmente de que se fabricasen tejas para cubrirlas y se abriesen canteras.[3]

También tuvo gran relevancia en la reconstrucción de Manila el nuevo gobernador, D. Santiago de Vera, que llegó a Manila en el año 1584, tal y como se menciona en una carta ya que en una carta al Virrey de Nueva España, en la que se habla de los fácilmente que se quemaban los edificios por ser de madera, caña y paja y para evitar nuevos incendios comentó: «no consentí de allí adelante se hiciesen cassas sino de piedra».[4]

En cierta manera, a través de los testimonios de los distintos gobernadores que pasaron por el archipiélago podemos deducir que durante el siglo XVI los incendios de las casas eran frecuentes sobre todo por los materiales que se utilizaban para su construcción. No obstante no va a ser la única causa, ya que la sucesión de una serie de terremotos obligará a la reedificación de la ciudad de Manila en multitud de ocasiones, siendo los más destructivos los de 1863 y 1880, ya que a pesar de que en esta época las construcciones ya se realizaban en piedra los edificios no resistían los movimientos sísmicos.

Antes de profundizar en este último aspecto, es necesario detenernos en los cambios que han afectado a las distintas construcciones. Las mismas transformaciones constructivas que han conocido, han evolucionado de una manera más evidente en las edificaciones civiles, concretamente en la vivienda privada de origen prehispánico. No perdamos de vista que con anterioridad a la presencia española en las islas, eran las únicas construcciones, ya que ni siquiera existían templos debido a las características de la religión animista filipina que no necesitaba de espacios para dar culto a sus dioses de madera, llamados anitos.

Por lo tanto es importante que analicemos esta evolución de la vivienda filipina desde la época prehispánica hasta el momento de la presencia española en el archipiélago.(fig. 2) Para describir la casa indígena nos remitimos al testimonio del Padre Alzina:

> Cada indio casado (aun agora mejor, que tienen paz entre sí) hace su casilla para sí y su mujer e hijos, si los tiene. Algunas veces se juntan dos y tres casados (y más si son parientes) y habitan juntos haciendo la mancomún su casa; que la hacen de seis u ocho palos rollizos y enteros, a cuatro o más por banda, que son como las columnas o pilares que estriba todo el techo y ellos llaman harigues; y en medio del diámetro ponen dos o tres que son más largos y llaman palahosan, que sirve para tener el caballete del techo, que hacen de hojas de palmas o de zacate o paja o de cañas partidas, sirviéndoles las cañas de maderaje para arriba, siendo enteras, y de escalera; y parti-



Figura 2
Vivienda de la etnia Ifugao en la Provincia Montañosa de Luzón



Figura 3
Barrio de Tondo. Manila

das, de suelo y aún de tabiques que ellos llaman bunbung; y en algunas partes, aun los que llaman harigues son de los pies de las cañas más gruesas, que por ser muy ñudosos duran muchos años. En el monte hallan bejuco con que lo hacen todo y lo atan, labrándolo como las mimbres en España, pero mucho más largos y fuertes. Tendrán estas casillas en que vive un casado, de tres a cuatro brazas de largo y dos de ancho, y otro tanto de alto poco más o menos; un sobrado en medio, que es donde viven, siempre en alto, y en que suelen hacer una división pequeña, comúnmente algo más alta, como aposentillo para dormir; en lo demás tienen un fogón. (Yepes [1668] 1996, 28).

Los primeros edificios que construyen los españoles son como los de los indígenas, perfectamente adaptados a las condiciones climáticas, geográficas y al empleo lógico y funcional de los materiales que aportaba el terreno, empleando caña, nipa y hojas de palma brava. Se apoyaban sobre cuatro soportes, que los aislaban del suelo y delimitaban una zona de corral bajo las habitaciones, lo que le confería una silueta muy característica.(fig. 3)

En esta primera fase de la arquitectura filipina se constituye la verdadera indigenización de la arquitectura de concepto occidental en el archipiélago, fundamentalmente en lo que respecta a los materiales, en mano de obra y en la ejecución artesanal. Fue el paso del tiempo el que fue modificando los materiales con los que se construían las viviendas filipinas, la ya mencionada nipa, caña y madera eran demasiado combustibles, por lo que se llegó al convencimiento de que los materiales empleados no eran los más adecuados para la vida ciudadana de calles tiradas a cordel en la que las casas estaban unas muy cerca de otras.

Esa evidencia, estimuló el interés de las autoridades por la búsqueda de posibles alternativas, y de ahí que por ejemplo se sustituyen las cubiertas de nipa por un rudimentario sistema de azoteas, modalidad y característica de la arquitectura en Filipinas.

Cuando al final se descubrieron las canteras adecuadas no existían personas cualificadas para la edificación, por tanto no podían faltar, sobre todo entre los religiosos, personalidades de amplia y variada formación que hicieron las funciones de arquitectos, como fue el caso del padre Alonso Sedeño quien había llegado a Filipinas junto con Fray Domingo de Salazar primer obispo de Manila, y fue el encargado de trazar la primera fortaleza de piedra. Así lo afirma el padre Chirino: «El dio la traza para la primera fortaleza de piedra que se hizo en Manila para su defensa y que fue a modo de castillo fuerte en la punta de la ciudad que cae al mar por la parte de Bagumbayan» (Díaz-Trechuelo, 1959,41).

Pero fueron los chinos los que acapararon el negocio de fabricación y de transporte, igualmente controlaban gran parte de las entregas de piedra y de madera, y fueron asimismo inventores y montadores de aparatos mecánicos los denominados «ingenios». Los mismos sangleyes fueron por siglos los fabricantes de teja y ladrillo para la construcción de cantería.[5]

El material esencial para la edificación de las viviendas filipinas en época hispana era la piedra que se extraía casi siempre de las canteras de Guadalupe y Meycauayan. Los sillares y mampuestos de la primera eran especialmente recomendados para la cimentación, mientras que la piedra de la segunda va casi siempre especificada para los muros y paredes. Junto a estas dos había un tercer tipo de piedra, la conocida como de China, que se usaba regularmente para pavimentación de patios, paseos y plazas y las superficies de los pisos bajos.

Reiteradamente la naturaleza aviva el desaliento de los manileños, y así un nuevo terremoto en 1645, que destruyó casi completamente Manila, lo que obligó a replantearse el sistema constructivo, optando por la reutilización de la madera, usada de forma más equilibrada y en proporción a la utilización de mampostería en exceso. Esto dio paso a un número de correcciones y de ajustes, que aun conocidos anteriormente, no se aplicaban uniformemente, sobre todo en la construcción privada y particular. Se fueron generalmente incorporando los *harigues* o altos machones de maderas flexibles prehispánicos, con la idea de prevenir el vaivén lateral de futuros temblores, y se empezó a hacer un uso más racional y proporcional a la masa, de los refuerzos de muro exteriores e interiores.

La incorporación del harigue, se considera por tanto una eslabón en el proceso de indigenización, fomentándose la sinergia cultural que se aprecia en la arquitectura de la primera época, que junto a la aplicación de la mencionada azotea como tipo de cubierta para partes especiales de los edificios, aligeró notablemente las techumbres y contribuyó a la mayor estabilidad de las construcciones, frente a los continuos temblores del archipiélago filipino.

Este tipo de arquitectura que se comienza a realizar después del terremoto de 1645, se define como arquitectura mestiza, edificación de cantería y tabla, modelo arquitectónico que pervive en las islas Filipinas en la actualidad, suplantando en algunas urbes a los modelos europeos, como es el caso del casco urbano de Vigan, al norte de Luzón, declarado patrimonio de la humanidad por la conservación de la trama urbana y de las casas mestizas en muy estado.

Por lo tanto la estructura definitiva de esta arquitectura mestiza se organizaba con la construcción de un piso inferior de piedra o ladrillo y una primera planta sobre él de madera, lo cual conformó la simbiosis de las dos tradiciones, prehispánica e hispana, que le dio nombre a este tipo arquitectónico.(fig. 4)

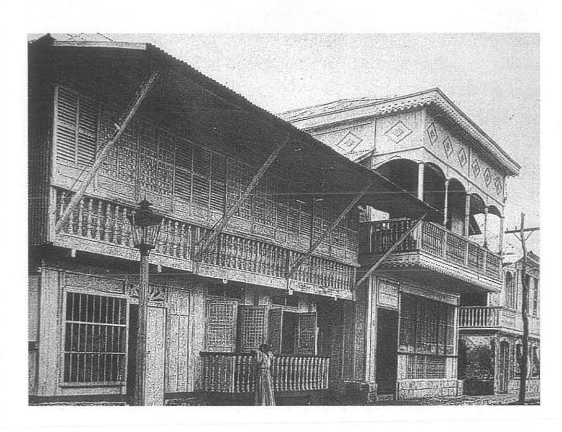


Figura 4
Casa de arquitectura mestiza

La decoración de la planta baja, básicamente se realiza con elementos arquitectónicos, fundamentalmente pilastras y cornisas, que se centran en la portada y en torno a los huecos. Mientras el segundo piso, de madera, presenta balcones volados, para algunos autores uno de los últimos reductos de los ajimeces musulmanes. Conocidos como voladas, llegan a extenderse por toda la fachada potenciando la horizontalidad del edificio. Éstos se cierran con un sistema de ventanas correderas formadas por un entramado de finas maderas que las dota de una estructura muy diáfana reticular que sirve de soporte a innumerables conchas opacas llamadas capiz que conforman una pantalla que permite la iluminación interior y evita la entrada del sofocante calor.

El interior presenta una articulación en base a crujías paralelas a la línea de fachada que se suceden dejando ver en algunos ejemplos como en viviendas de Vigan, la estructura de madera, herencia de la primitiva vivienda indígena de la que partió el diseño. Los espacios inferiores se destinan a almacenes, guardar los carruajes y estancias secundarias, mientras que las superiores son las destinadas a habitación. Éstas, tremendamente diáfanas, sensación facilitada por la propia ligereza de la madera y los cielos rasos, con las que están realizados se organizan en torno al sa-

lón y la sala de estar, a las que se abren los distintos dormitorios de la vivienda.

En algunas ocasiones este mismo piso cuenta con la cocina y un cuarto de baño, así como otras dependencias como despachos, capillas, etc., como es el caso de Casa Gorordo en Cebú, en la que los calados que decoran los frisos de las separaciones de cada una de las dependencias, contribuyen a una decoración interior en la que los muebles de madera con enrejados de ratán se convertían en otro testimonio de la reutilización de tradiciones indígenas, en este caso en el mobiliario.(fig. 5).



Figura 5
Casa Gorordo en Cebú

Consolidado el modelo arquitectónico, cabe destacar como fue evolucionando la figura del arquitecto, ya que como antes hemos relatado no existía en sí en el archipiélago filipino. Según la doctora Lourdes Díaz -Trechuelo: «Aunque el origen de los ingenieros es tan antiguo como la guerra, en España no constituyen un Cuerpo facultativo hasta 1711, siendo su primer jefe o Ingeniero General, el marques de Verboon[...] por lo que a Filipinas se refiere [...]. Ahora, junto al Capitán General aparece siempre la figura del Ingeniero, el técnico en la materia, que traza los planos y proyectos y vigila su ejecución, aunque su autoridad no deja de estar mediatizada muchas veces por el gobernador, que no se resigna a perder sus omnímodos poderes». (Díaz-Trechuelo, 1959, 69–70).

Con el cuerpo de ingenieros-arquitectos consolidándose día a día, fue a partir del terremoto que aconteció en Manila en 1863 cuando se eleva el número de estos en las islas para acometer la reconstrucción de la ciudad, totalmente destruida y asolada por el seísmo. En un comunicado del Inspector Manuel Ramírez al Gobernador General de 30 de agosto de 1871 relativo a la reconstrucción de la Aduana se hace alusión a estos «arquitectos destinados a estas Islas, en virtud de la Real Orden de 10 de agosto de 1863 para el estudio y construcción de los edificios destruidos por el terremoto de dicho año».[6]

La consecuencia de los continuos proyectos que se realizaban en el campo de la reconstrucción de edificios es la profesionalización de este sector, reforzándose la Junta Consultiva de Obras Públicas, bajo la dirección del Presidente o Inspector General, que era el encargado de supervisar todos los proyectos que ejecutaban los arquitectos que concursaban en las convocatorias públicas de las obras propuestas. Estos proyectos debían constar de una memoria explicativa, carpeta de planos, presupuesto y cubicación de unidades de obras.

La devastación del terremoto de 1863 no sólo propició la consolidación del cuerpo de ingenieros encargados de la reconstrucción de los edificios afectados, sino que a través de los datos provenientes del Ministerio de Ultramar podemos evaluar los edificios que fueron afectados, principalmente los de carácter público como: «el Palacio del Excmo. Sr. Governador, Capitán General de las Islas. Aduana, Tribunal de Comercio, Casa de Inspección General de de Labores (del servicio de tabaco). Cuartelillo para la fuerza del Resguardo de la Bahía. Fábrica de Binondo. Fábrica de Cigarrillos Arroceros. Alcaicería de San Fernando. Administración General de Estancadas. Almacenes de Estancadas. Tribunal de Cuentas. Casa Intendencia. Palacio Arzobispal. Casa Provisional de Moneda. Casa de Campo de Malacañang. Real Audiencia. Y finalmente el camarín del Carenero».[7]

Al contrario de lo acontecido en el terremoto de 1863, el del año 1880 castigó con gran virulencia la propiedad privada, mientras que los edificios del Estado o eclesiásticos sufrieron daños inferiores, esto se dio por la rigurosa reconstrucción de estos últimos, siguiendo las prescripciones técnicas que los destrozos y pérdidas pasados habían hecho imperativas. De este modo el gobierno extendió estas premisas a la edificación general, promulgando por decreto el código de la construcción, el título general de este documento es *Reglas para la edificación en Manila,*

dictadas a consecuencia de los terremotos de los días 18 y 20 de Julio, y habían sido discutidas, convenidas y redactadas por la comisión técnicas de arquitectos que eran miembros de la Junta Consultiva de Obras Públicas, elevadas como propuesta conjunta de este organismo y de la de Administración Local al Gobernador por el Inspector de Ingenieros, y promulgadas por decreto, con todos los adjuntos por Primo de Rivera. Su obligatoriedad comenzada desde el día de su publicación en la Gaceta de Manila.
(Merino, 1987, vol.2, 40).[8] (fig. 6)



Figura 6
Torre de la catedral de Manila después del terremoto de 1880

El código de Reglas para la construcción vino definitivamente a poner fin a esta libertad constructiva, y por su virtud se regularizaron y sistematizaron minuciosamente todos los aspectos del arte de la edificación en el área de Manila, desde la selección de materiales al asentado de los cimientos y el tendido de cubiertas, quedando así bajo la inspección y el control de un organismo profesionalizado.

Al exigirse ahora la previa elaboración del proyecto, aprobación del mismo e inspección y aceptación de la obra, más el permiso de ocupación o de alquiler, los propietarios privados no sometían a los cánones de calidad y de seguridad prescritos.

A continuación analizaremos algunos de los puntos más significativos de estas reglas que transformaron las condiciones edificatorias para salvaguardar tanto los edificios públicos como privados de los continuos temblores de la ciudad de Manila. Éstas se dictaron en base a un documento previo que esclarece las técnicas constructivas previamente a la redacción de las reglas propiamente dichas, se trata del Dictamen de la Junta Consultiva de obras públicas que ha servido de fundamento para la determinación de las reglas constructivas de Manila.[9]

Después de evaluada la situación de los edificios tras el terremoto de 1880, la primera de las decisiones de la Junta Consultiva al redactar las obras fue la de determinar que materiales como la mampostería no debían ser eliminados definitivamente, si bien es cierto que gran parte de los edificios se habían visto perjudicados era por la mala utilización del material o la excesiva altura, por lo que especifican «que la mampostería cuando son de pequeña elevación, cuando tienen un espesor adecuado á su altura y más principalmente cuando están bien ejecutadas» (Medina, 1987, vol.2, 171). Así no solo deben emplearse sino que es conveniente para preservar los entramados superiores, apoyando de este modo la ejecución de edificaciones con el tipo de arquitectura mestiza que ya analizamos anteriormente, lo cual propicio que a partir de este momento tuviera un respaldo oficial y se incrementase el número de edificaciones basadas en este modelo arquitectónico.

Para que los muros de mampostería ofrezcan las mayores garantías de seguridad, debe cuidarse que éstos estén enlazados transversalmente por otros a la distancia máxima del doble de su altura o reforzados con contrafuertes, es preferible que la fábrica presente un mayor número de juntas a causa de la movilidad que proporcionan, siendo el orden de preferencias: el hormigón hidráulico de cemento, hormigón ordinario, fábrica de ladrillo, fábrica de sillarejo con verdugadas de ladrillo, sillarejo y sillería.

En resumen siguiendo las prácticas de la buena construcción, no hay inconveniente en admitir para la planta baja de los edificios muros de fábrica procurando que el todo sea homogéneo o cuando menos bien aparejado, no levantando grandes muros sin apoyos normales, reforzando estos y los ángulos, como partes débiles que son, y cuidando de asentar los muros sobre cimientos corridos de resistencia adecuada al peso que han de recibir y formados de materiales correspondientes a la clase del terreno. Los entramados de madera, tanto horizontales como verticales, ofrecen las mayores garantías contra la acción de los terremotos; pero las obras de carpintería, presentan

graves inconvenientes, entre los que destacan: el riesgo de incendios, el ser atacadas por los insectos y más principalmente por el anay[10] que abunda el archipiélago de Filipinas, lo que explica la facilidad con la que se pudren las piezas enterradas o a la intemperie.

A juicio de la Junta, sin prescindir de la madera para ninguna clase de entramados, debe darse en general la preferencia al hierro, tanto para apoyo, como para soleras y armaduras, aunque son conscientes que la madera debe continuar utilizándose sobre todo en la vivienda privada por su menor coste. La Junta establece las reglas generales que deben seguirse en las obras de carpintería: es conveniente que se emplee el molave para piezas enterradas o en contacto con las mamposterías, y en caso de no poder hacerse uso de esta clase de maderas, debe carbonizarse, embrearse y forrarse con plomo o tablilla de molave empotrada. Debe también evitarse enterrar los píe derechos, siendo referible hacerlos descansar sobre un zócalo ensamblados sobre cadenas. Su posición correcta debe ser ensamblándolos a espiga no empotrarlos en los muros, pues en los terremotos baten y derriban las mamposterías.

Por otro lado el material que debe emplearse en las cubiertas es una cuestión de gran importancia, que tratará la Junta con gran detenimiento, determinando que debe darse preferencia según el destino del edificio a la teja plana o al hierro galvanizado, pudiendo admitirse la baldosa.

Con respecto a las partes accesorias de los edificios deben eliminarse los tabiques de mampostería, aunque sean con entramado de madera y los de guarnecido de gran espesor llamados en Filipinas pampangos. Prohibirse los grandes arcos ordinariamente muy rebajados, salvo en los casos en los que la distribución del edificio los haga verdaderamente precisos; debe abandonarse la práctica de cargar parecillos sobre los cabios para avanzar la armadura sobre las galerías voladas; y finalmente exigirse mayor esmero en los modos de asegurar los cierres de concha, conocidos en el archipiélago como de capiz.(fig. 7)

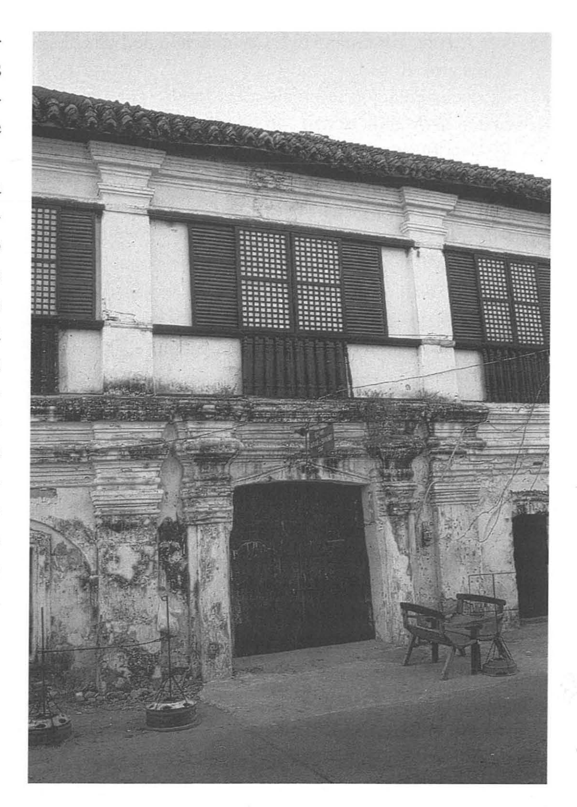


Figura 7
Detalle del capiz de una vivienda en Vigan

Notas

1. Extraído del Archivo General de Indias, a partir de ahora A.G.I. Patronato 24, Ro 24. «Copia de la carta de Legazpi al Virrey de Nueva España», 11 de agosto de 1572.
2. El Doctor Morga se hizo cargo de los puestos de asesor, teniente y oidor en distintas audiencias en Manila, por lo que es una de los más autorizados cronistas del archipiélago filipino, lo cual se refleja en su obra Sucesos de las Islas Philipinas.
3. Ampliar estos datos con la Real cédula fechada en Madrid, a 21–XII–1590 en el A.G.I. Filipinas. 339.
4. Extraído de la Carta del Dr Vera al Virrey de Nueva España (Marqués de Villamanrique). Manila, a 26–VI–1587 citada en la obra de Morga [1607]1997, 77.
5. El término se piensa que procede o bien de la expresión china *shanglai* «los venidos a comerciar», o del término *sengli*, que significa «comercio» en el dialecto minnanhua de Fujian. En todo caso se denominaba sangleyes a los chinos que se dedicaban a cuestiones artesanales, además de considerarse expertos comerciantes.
6. Extraído del documento del Archivo Histórico Nacional, a partir de ahora A.H.N Ultramar, 1553.

7. Ver A.H.N, Ultramar.5182. Comunicado de Echagüe al Ministerio. nº 414.
8. La documentación referente a las Reglas para la edificación de Manila se han extraído de los comentarios de D. Luis Merino en su excepcional obra sobre arquitectura y urbanismo en el siglo XIX.
9. Recogidas de Merino, 1987, vol.2, p 169–177.
10. Hormiga blanca o comején que en Filipinas se denomina anay, su homónimo en tagalo.

LISTADO DE REFERENCIAS

A.A.V.V. 2000. *Historia General de Filipinas.* Madrid: AECI. Ediciones de Cultura Hispánica.

Angulo Íniguez, D. 1933–1939. *Planos de Monumentos Arquitectónicos de América y Filipinas existentes en el Archivo de Indias.* Sevilla: Universidad de Sevilla. Laboratorio de Arte.

Calderón Quijano, J. A. 1996. *Las fortificaciones españolas en América y Filipinas.* Madrid: Mapfre.

Catálogo.1998. *Manila 1571–1898. Occidente en Oriente.* Madrid: Ministerio de Fomento.

Chueca Goitia, F. y L. Torres Balbás.1951.*Planos de ciudades iberoamericanas y filipinas existentes en el Archivo de Indias.* Madrid: Instituto de Estudios de la Administración Local.

Díaz-Trechuelo Spínola, M. L. 1959. *Arquitectura Española en Filipinas. (1565–1800).* Sevilla: Escuela de Estudios Hispanoamericanos.

Díaz-Trechuelo Spínola, M. L. 1985. Fortificaciones en las islas Filipinas (1565–1800). En *Puertos y Fortificaciones en América y Filipinas. Actas del Seminario de 1984.* 261–280. Madrid: Biblioteca CEHOPU.

Díaz-Trechuelo Spínola, M. L. 2001. *Filipinas. La gran desconocida (1565–1898).* Pamplona: EUNSA.

Merino, L. (OSA). 1987. *Arquitectura y Urbanismo en el siglo XIX.* Manila: The Intramuros Administration. Vol. II.

Yepes, V. [1668] 1996. *Historia Natural de las Islas Bisayas del Padre Alzina.* Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Fuentes para el estudio de la *geometría fabrorum*. Análisis de documentos

José Antonio Ruiz de la Rosa

Las necesidades de los oficios, constituyeron el punto de partida de una «técnica geométrica» base de la ciencia geométrica que hoy conocemos. Tal geometría práctica, geometría para los oficios o *fabrorum*, era la aprendida, usada y desarrollada por los artesanos. Desde la más remota antigüedad se hizo necesaria tal geometría, de base elemental, interesada en la forma, pero de fondo sostenido científicamente en los preceptos euclídeos. Tal corpus, en principio empírico, ha seguido un camino paralelo a la geometría teórica hasta el final de la Edad Media, donde ambas se funden. Obras como *Pratike de Geometrie,* el *Cuaderno de notas* o *Géométrie pratique* ms del XIV, constituyen desde distintos aspectos el corpus de la geometría fabrorum, la «técnica de las formas». Donde los conocimientos de geometría no se toman como valor en sí, sino como instrumento de control formal, y cuyas construcciones se realizan con regla y compás, únicos instrumentos necesarios. Los tratados tardogóticos que han llegado a nuestros días, publicados a finales del XV y durante el XVI, desvelan gran parte del proceder de los maestros canteros y por tanto de sus conocimientos. Parte de estos principios geométricos se publican en un trabajo realizado en Ratisbona en 1490, firmado por Matthäus Roriczer bajo el título *Geometria Deutsch*, un opúsculo con once ilustraciones donde el gran maestro pone por escrito ciertas operaciones geométricas a modo de consejos útiles.La propia geometría desarrolló posibilidades de aproximación al mundo de la aritmética, evidentemente menos desarrollado y más alejado del conocimiento de los artesanos. La relación entre ciertos números enteros y las proporciones de ciertos polígonos regulares, propició resolver problemas matemáticos complejos de una manera sencilla y muy eficaz.

Sobre las tradiciones operantes en la producción arquitectónica

La historia de la arquitectura y de otros oficios más o menos próximos a la construcción o que establecen un control formal similar, se sostiene, en sus etapas más alejadas en el tiempo, en la edilicia, la arqueología, las fuentes y la bibliografía, cuyos análisis parciales y subjetivos dan pié a hipótesis que el tiempo se encarga de contrastar.

Especialmente el complejo campo de la ideación permanece bastante desasistido, y aunque en los tres últimos siglos han sido numerosas las especulaciones al respecto, es el final del siglo XX el que ofrece hipótesis de solidez inusitada, quizás debido a un mayor interés temático, quizás a los cada vez más numerosos testimonios y documentos de primer orden que van apareciendo, quizás ambas cosas. El resultado apunta hacia lo que hoy se denomina «tradiciones operantes en la arquitectura», que podemos sintetizar en tres: la gráfica, que incluye los modelos, la numérica y la geométrica (Ruiz 1987, 20–29). Es decir: dibujos, planos y maquetas como medio de control formal por excelencia; el uso de los números y sus

combinaciones, normalmente desde la métrica y la proporción, como cantidad o como abstracción; o el empleo directo de figuras geométricas y sus asociaciones para generar formas y poderlas construir. La tradición numérica en sus comienzos y la geométrica siempre, se han basado en la Geometría, tanto en la primeva etapa empírica como en la posterior científica, y es justamente sobre esta incidencia, básica para entender los procesos de diseño y ejecución, sobre la que vamos a incidir, en un recorrido cronológico y sintético que atiende fundamentalmente a las edades Antigua y Medieval por ser las más desconocidas y a este respecto más interesantes.

Sobre la geometría empírica

También llamada «técnica geométrica», su origen es la eterna pregunta carente de respuesta: ¿fue antes el huevo o la gallina?, ¿la geometría se inicia y desarrolla como necesidad de los oficios o al contrario?. Centrémonos en su contenido. Los trabajos de la Misión Babilónica de la Universidad de Pennsylvania, han permitido datar desde aproximadamente el 3000 a.c. numerosas tablillas de contenido aritmo-geométrico procedentes de excavaciones como las llevadas a cabo en Nippur y Lagash (Rey 1943, 78). Cálculos sobre figuras geométrica como las encontradas por Pinche correspondientes a la I dinastía babilónica, o las de la colección de Yale que trabaja con cuadrados y sus diagonales,[1] aportan datos empíricos, aproximaciones y tanteos mediante la acumulación de experiencias de lo que podemos llamar inicio de la geometría. La cultura egipcia aportará muchos años de observación y servirá un buen cúmulo de reflexiones al mundo griego. Los papiros de Moscú, Berlín y Rhind (Peet 1923), entre otros, son documentos preciados para seguir la pista de una geometría fruto de la observación, capaz de abordar hasta la cuadratura del círculo[2] o el cálculo de la pendiente de una pirámide, referido por Herodoto, que apunta a aplicaciones en el campo de la construcción. En resumen, los documentos de esta etapa nos ofrecen una geometría sin valor de generalidad, que sienta las bases de lo que será la futura ciencia desde un repertorio disperso de recetas para resolver problemas concretos. Una geometría como instrumento, de carácter práctico, ligada a necesidades cotidianas.

Sobre la geometría teórica y práctica

Estos conceptos geométricos surgidos de la observación de la naturaleza, «geometría natural o de la simple visión» según Luis Moya basándose en la filosofía aristotélica, fueron la base de la abstracción euclidiana. La técnica y lo fenomenológico dan paso a la ciencia, lo místico y esotérico a lo razonado y abstracto, en una etapa dorada etiquetada como clásica, de la que existe documentación y bibliografía abundante que nos exime de mayor comentario (Tannery [1887] 1988; Rey 1961). Proclo, Pitágoras, Hipócrates y tantos otros, convierten la observación empírica en reflexión científica, sistematizada y codificada hacia el 320 a.c. por Euclides. En este momento quedaban definidos los elementos de la geometría básica también llamada de «regla y compás», aquella que sólo necesita tales instrumentos para su desarrollo: rectas, ángulos, polígonos y círculos, aderezados con ciertos criterios de semejanza, que permitían establecer axiomas y teoremas fundamentales para una ciencia geométrica elemental que resuelve numerosos problemas, entre ellos todos los posibles en el mundo de la construcción coetánea y futura, cuyos instrumentos de control formal, en la fase de ideación, eran por cierto la regla y el compás, a los que se añadían otros como la escuadra en la fase de ejecución.

Hipias, Nicomedes, Diocles, Apolonio, Arquímedes,..., seguirán avanzando en el campo teórico como el de las curvas «mecánicas», cónicas y espirales, concoides, cisoides, etc, sus aplicaciones en la estereometría, en problemas como la duplicación del cubo, o lo que es igual, el cálculo de una raíz cúbica, cuestiones ajenas al campo de los oficios hasta pasados muchos siglos, al inicio de la Edad Moderna.

Si desde la más remota antigüedad las técnicas geométrica y de los oficios eran indisolubles, llegados a este tiempo de la eclosión científica griega, la técnica deviene en ciencia, lo erudito se disocia de lo profesional, y se puede lanzar la hipótesis de la existencia de dos geometrías, una teórica y otra práctica, una ciencia y otra instrumento.

La geometría teórica sigue investigando bajo intereses estrictamente de progreso científico, posiblemente ajena a futuras aplicaciones en otros campos, aunque este proceso investigador no será lineal y, al menos en occidente, sufrirá un acusado

receso a lo largo de la etapa medieval, retomándose en la baja edad media gracias a la aportación de los conocimientos atesorados en geografías más orientales y que llegan de la mano de las invasiones islámicas, proceso cuyo progreso durará hasta nuestros días.

La geometría práctica, la mensurable, la que se aplica en los oficios (Shelby 1972), designada como *geometría fabrorum*, tomará en préstamo los conocimientos más básicos de la geometría teórica, aquellos necesarios y suficientes para resolver, los que se instrumentan con regla y compás, artilugios a su vez propios de los oficios, para establecer un corpus estable de conocimiento que prácticamente no progresará hasta el siglo XV.

Así, desde Euclides se plantea el desarrollo en paralelo de dos geometrías, la teórica y la práctica, científica y fabrorum, una descendiente de la otra a la que a su vez potencia desde su generalidad, pero ambas con vida propia y diferenciada en mor de los objetivos. Estos caminos en paralelo volverán a unirse con la modernidad, en la etapa renacentista, cuando el artesano se convierte en científico, el maestro cantero en arquitecto, y desde entonces sólo existirá una geometría que no se volverá a disociar.

Quizás sea Pappus de Alejandría en el siglo III el primero en establecer esta distinción en su obra *Synagôgê* apoyándose en los trabajos de Herón en el II aC, en cuya escuela, dice, la «mecánica» se dividía en una parte teórica y otra manual,[3] «la teórica compuesta de geometría, aritmética, astronomía y física, la manual por los trabajos del metal, construcción, carpintería y arte de la pintura, y la ejecución práctica de estos asuntos» (Downey 1946, 106). Otras pistas nos las aportan Hugo de San Víctor y Dominicus Gundissalinus en el XII (Baron 1955). Sus obras, *Practica Geometriae*, *Didascalicon* y *De Divisione Philosophiae*, por lo que se deduce de los textos, tratan sobre la geometría teórica, la que investiga mediante especulación racional, «sola rationis speculatione investigat», y la geometría práctica, que lo hace por medio de instrumentos, primero como tratado de la medida y luego como materia que enseña a hacer, a construir, «scientia de ingeniis», cuyos agentes son los artesanos, que la aplican por medio de tales instrumentos.

La línea teórica, a veces contaminada con algunas cuestiones prácticas, continuará desde entonces y durante la edad media con personajes como Servio, Apollinar, Capella, Boecio, Casiodoro, Isidoro de Sevilla, etc, compiladores que recogen buena parte de la ciencia antigua, especialmente la geometría sistematizada en las artes liberales, reelaborando los trabajos de euclides y las aportaciones romanas, unido a grandes dosis de filosofía (Bruyne 1958). Las *Etimologías* de Isidoro son un buen ejemplo de este quehacer y de la contaminación de las artes liberales con algunas cuestiones de la técnica.[4] La ciencia helénica decaerá lentamente en el medievo como tantas otras cosas, y hasta el siglo XI circularán escasos conocimientos de geometría por Europa, a destacar la *Geometría Gerberti* de Gerberto de Reims, pese a sus limitaciones.

Sería la cultura islámica la artífice de una puesta al día. Portadora de conocimientos griegos extendidos por el oriente, más las aportaciones de otras ciencias como la hindú, introductora de los algoritmos, inicia en el siglo IX la difusión de estos conocimientos por los territorios conquistados (Mieli 1946). Al-Khuwarizmi, al-Farabi o al-Chaijami son nombres, entro otros, que realizaron un gran trabajo de clasificación y recuperación, que sólo se podía leer en árabe, y que en el siglo XII se enseñaba en la Escuela de Toledo, traducido a lengua latina, la que siempre había utilizado la geometría teórica en occidente. Los conocimientos del mundo clásico se recuperaban para el mundo medieval, un poco tarde pero decisivo para el desarrollo de la cultura bajomedieval, de la que el gótico es gran deudor, y del posterior saber renacentista. La síntesis realizada por la ciencia musulmana desarrolló al máximo las posibilidades de la geometría aplicada a los oficios (Lewis, Pellat y Schacht 1965).

Un ejemplo de la línea teórica tras la recuperación científica, lo aporta la obra *Practica Geometriae* escrita por Leonardo Pisano en 1220, en latín y dirigida a personas formadas en las artes liberales, aporta soluciones cultas que al decir del autor no son las usadas por los agrimensores que proceden según métodos «vulgarem» (Braner 1961).

Por otro lado, en la práctica de los oficios se seguían los principios de la geometría euclídea desde la época griega, trasmitidos asistemáticamente y de forma fragmentaria por tradición oral dentro de los distintos gremios, donde la aritmética y la geometría teórica quedaba lejos de los arquitectos, maestros canteros y artesanos, cuyos conocimientos

eran eminentemente prácticos, alejados de la ciencia. Esta geometría fabrorum evoluciona lentamente tanto por prueba y error como por incorporación de cuantos avances prácticos se produjeran, adaptando y mejorando soluciones, para convertirlas en recetas cada vez más válidas como instrumento de trabajo, conceptos geométricos sencillos que permitían generar diversidad de formas y resolver problemáticas constructivas al margen de toda reflexión teórica.

Un ejemplo es la incorporación de números enteros sencillos a la geometría de ciertos polígonos, que permite trabajar métrica y gráficamente a la vez o indistintamente, dando entrada a las dimensiones y al tiempo salvando el escollo del manejo de los números irracionales, implícitos en dichas geometrías y en las formas derivadas. Así un triángulo equilátero se puede representar y replantear con un compás o mediante la relación 7/6, 7 unidades de lado por 6 de altura, que implica una aproximación a raíz de tres de 18 milésimas por defecto, o la relación 8/7 con la misma aproximación pero por exceso. Las actas que recogen los avatares de la construcción de la Catedral de Milán[5] desde finales del XIV, nos cuenta como la fachada diseñada «ad triamgulum», según triángulo equilátero, planteó graves problemas métricos para medir alturas, valores en función de raíz de tres, cuestión que los constructores lombardos no supieron resolver, y sería Stornaloco, un teórico, el que aportaría la solución (Frankl 1945), cuyo resultado final concluía que se midiera con varas de 8 codos las dimensiones horizontales y con varas de 7 las verticales.[6]

Otros ejemplos como la relación 7/5 o 10/7 entre la diagonal y el lado de un cuadrado, son aproximaciones a raíz de dos en una centésima, construcciones que perduran en el tratado de López de Arenas.[7] O la relación entre el área de un cuadrado y un círculo, 9/8 entre diámetro del círculo y lado el cuadrado, que arroja una aproximación entre áreas de 5 milésimas por exceso, propuesta a la que se le puede seguir la pista desde el 1700 a.c. en Egipto, como ya se ha comentado. Durero en el XVI, pasados dos milenios, mantiene una aproximación similar, 5 milésimas por defecto, mediante la relación 10/8 entre diámetro del círculo y diagonal del cuadrado, lo que demuestra que esta geometría fabrorum mantuvo prácticamente inamovible durante muchos años ciertas propuestas suficientemente afinadas. El listado de ejemplos es numeroso, al que

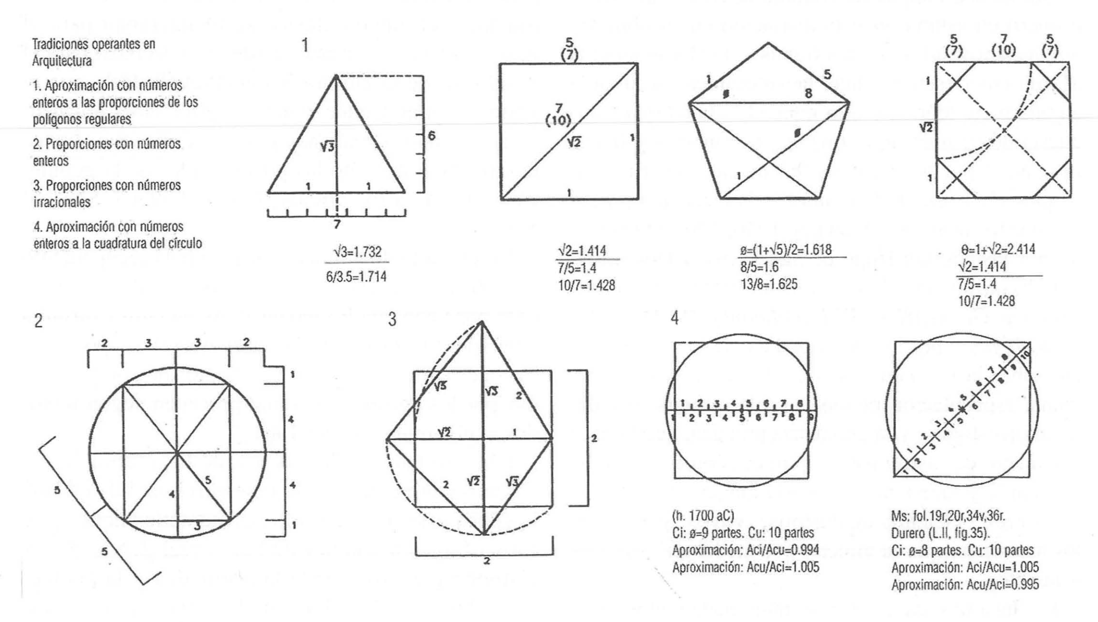


Figura 1

sumar recetas puramente geométricas como el dibujo y replanteo de un octógono, siempre con regla y compás, u otras de proporción, como se aprecia en la figura 1.

Pero no será hasta el siglo XIII cuando aparezcan trabajos en lenguas vernáculas que al menos permitan seguir la pista a este tipo de geometría, como la anónima *Pratike Geometrie* en dialecto picardo (Shelby 1972) o el manuscrito de Sainte Geneviève (Gimpel 1953), o el más conocido pero a su vez más anómalo *Cuaderno de notas* de Villard d'Hônnecourt,[8] maestro cantero del XIII, este último un conjunto asistemático de dibujos, textos y propuestas para el oficio, que no siendo un trabajo específico de geometría si aporta conocimientos necesario al profesional para los que la geometría resulta indispensable. El propio autor hace referencia a esta geometría para la construcción, «. . . técnica de las formas», especificando que es «. . . como lo enseña y requiere el arte de la geometría» (Bucher 1979). El dibujo del folio 20 que enseña a trazar en un claustro cuadrado un deambulatorio de igual área que el patio, es brillante como solución y como didáctica gráfica, tanto por su sencillez como por el uso práctico de la geometría. El dibujo habla por si mismo y para el que conozca las propiedades entre los cuadrados con vértices en los puntos medios de los lados de otro, es decir, las relaciones entre lados y diagonales respectivas, función de raíz de dos y por tanto doble relación entre sus áreas, no precisa de más explicaciones (fig. 2).

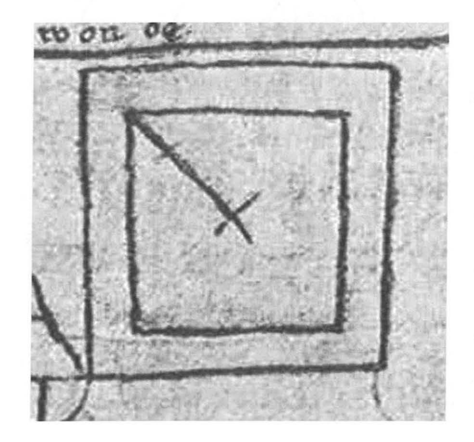


Figura 2

Existen más evidencias de esta tradición gremial geométrica, dado que la complejidad creciente de los edificios góticos daría una preponderancia cada vez mayor a los métodos de la geometría fabrorum, capaces de coordinar a través de fórmulas geométricas la totalidad de los elementos y detalles de la construcción. Las soluciones propuestas son trazados proporcionales que facilitan el diseño formal y coordinan los distintos elementos necesarios para construir el edificio, apoyándose en un proceso gráfico-geométrico muy operativo, y puesto que las soluciones geométricas implican magnitudes en la construcción, sólo se necesita dimensionar un dato de partida y todos los demás quedan implícitos, a su vez el catálogo de soluciones mantiene independencia de la unidad de medida que pudiera emplearse en cada edificio.

La mayoría de estas evidencias, tratados tardomedievales que rompen el secreto gremial en el ocaso del estilo, enseñan la técnica de las formas, es decir, definen gráficamente una pieza a partir del trazado geométrico necesario para su control formal y dimensional, algo imprescindible para el trabajo estereotómico. Son los trabajos de Roriczer, Schmuttermayer, Lechler, Stromer, el español Rodrigo Gil de Hontañón, y algunos otros anónimos como el de master WG, el cuaderno de Viena o el de Dresde, todos ellos realizados a finales del XV o durante el XVI,[9] algunos poco difundidos. Contienen procesos empíricos, sin demostración ni razonamiento, recetas cerradas que sólo enseñan «a hacer» asistemáticamente con una didáctica farragosa, o bien colecciones de dibujos para la enseñanza, pero que gracias a ellos hoy podemos atisbar los procesos formales de los diseños góticos basados fundamentalmente en la geometría de los cuadrados (Shelby 1977; Ruiz 1987).

Especial mención merece un trabajo del maestro Roriczer escrito en Ratisbona hacia 1490 bajo el título *Geometría Deutsch*, porque de alguna forma arroja luz sobre los conocimientos de geometría de un arquitecto gótico tardío. Un opúsculo sobre ciertas cuestiones de geometría recogidas en once ilustraciones, donde el maestro demuestra sus conocimientos en dicho arte, abordando cuestiones que debemos suponer importantes cuando se redactan para ser perpetuadas. Para nosotros constituye un documento de geometría fabrorum de finales del XV, es decir, tardío, con el valor doble al ser final de una etapa y a su vez superponerse en el tiempo con otros trabajos de

geometría de corte renacentista donde lo teórico y lo práctico comienzan a fundirse.

Por el contenido del citado trabajo se puede valorar, aunque sea parcialmente, por un lado el corpus constitutivo de la geometría práctica medieval a finales del XV, y por otro el nivel de conocimientos geométricos de un importante profesional. En síntesis, todo lo que explicita sobre geometría se reduce a siete breves propuestas resueltas con regla y compás: a) determinar dos rectas perpendiculares entre si; b, c, d) trazado de un pentágono, heptágono y octógono regular; e) cálculo gráfico del desarrollo de una circunferencia; f) determinar el centro de un arco, y g) obtener un triángulo de área igual a la de un cuadrado dado o viceversa. Un total de once dibujos que aporta a lo largo del opúsculo, organizados en la figura 3 de forma conjunta siguiendo el orden establecido por el autor. Un somero análisis

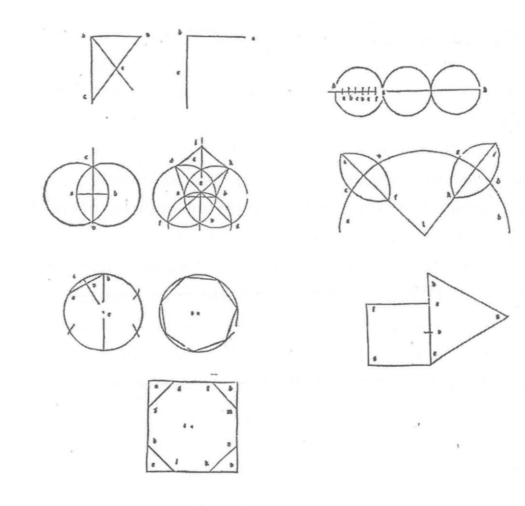


Figura 3

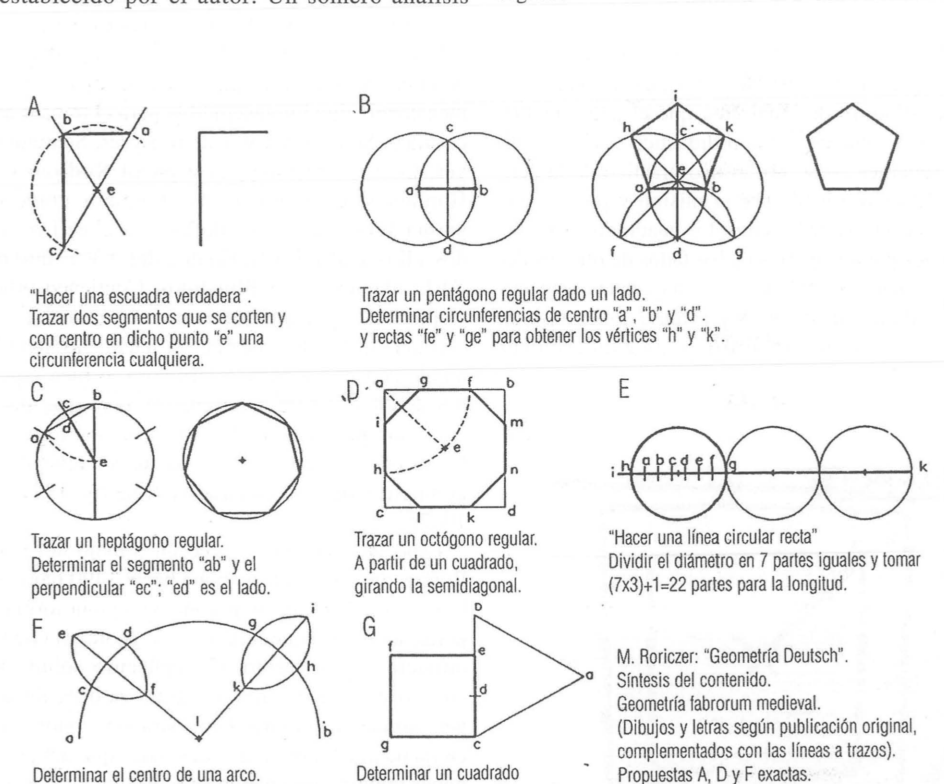
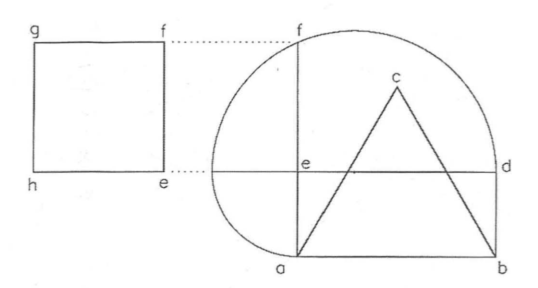


Figura 4



Ms: fol.18r,2d.
Euclides L.I,41 y L.II,14.
Durero L.II, fig.29.
Area triángulo "abc" igual área rectángulo "abde".
Area rectángulo "abde" igual área cuadrado "efgh".
Procedimiento exacto.

Figura 5

como el realizado en la figura 4, basta para comprobar que tres construcciones son exactas (a, d, f) y cuatro resuelven por aproximación (b, c, e, g), pero todas cumplen su cometido con un grado de precisión sobrado.[10] Este contenido, aunque parcial, parece ser el nivel de conocimientos geométricos necesario para el ejercicio profesional de un maestro cantero.

En 1576, Çamorano, un erudito afincado en Sevilla, había traducido al castellano los seis primeros libros de Euclídes. Durero en 1525 ya había publicado su *Underweysung* en Nuremberg, y arquitectos como Serlio o nuestro más próximo Hernán Ruiz, utilizaban y publicaban estos repertorios de geometría teórica a la par que sus heredados conocimientos prácticos. Pero estos son personajes del nuevo renacer imbuidos de otra cultura, capaces de fundir las dos ramas de la geometría. Así, como única geometría, permanecerá hasta nuestros días.

Sirva como muestra de este avance un dibujo aportado por Hernán Ruiz de tema recurrente: obtener un cuadrado de área la de un triángulo. El autor demuestra su conocimiento de las recetas medievales, por aproximación, y a su vez nos ofrece una solución exacta basada en la reflexión intelectual sobre ciertas proposiciones euclídeas, cuyo resultado (fig. 5) es un trazado geométrico sintético, brillante, de total exactitud. Pero esto pertenece a otra historia ya publicada.[11]

Notas

1. Calcula una diagonal a partir del lado del cuadrado, lo que remonta las bases empíricas del teorema de Pitágoras al principio del segundo milenio.
2. El cálculo del área de un círculo alcanza una ajustada solución en su equivalencia con la más fácil de un cuadrado, cuyo lado es 8/9 del diámetro, lo que aproxima el valor de las áreas hasta la centésima.
3. La Mecánica era la ciencia que recogía conocimientos teóricos del quadrivium y la física, y manuales de los oficios y las artes, con el fin de dar respuestas a los distintos problemas.
4. Una escuadra, o un ángulo recto, se traza de una forma exacta con los valores 3–4–5 como lados de un triangulo, formula que trasciende a los oficios desde la más remota antigüedad y que posteriormente Pitágoras convertiría en teorema de la geometría teórica. Isidoro, a su vez, ofrece otra receta artesanal, por aproximación, mediante la relación diagonal y lado de un cuadrado de valores 34 y 24 pulgadas, (Isidoro XIX, 18, 1).
5. Anales de la Catedral de Milán, publicados completos en *Annalli della fabbrica del Duomo di Milano dall'origine fino al presente*, Milán, 1877–1885.
6. Las dimensiones propuestas para la fachada eran 96 cuantitas de ancho, 12 unitas (gran unidad) de 8 cuantitas (codos milaneses), y 84 cuantitas de alto, 12 unitas de 7 cuantitas. La propuesta se apoyaba con un diagrama geométrico.
7. Diego López de Arenas en su *Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes*, editado en Sevilla en 1633, ofrece estos datos que recoge de la tradición. Cfr. La publicación de 1982 de Albatros en la colección Juan de Herrera.
8. Villard de Hônnecourt (117–1240), *Cuaderno de notas*, Bibliothèque Nationale, Paris, MS fr 19.093. Cfr. (Bucher 1979; Erlande 1991).
9. Mattäus Roriczer, *Büchlein von der fialen Gerechtigkeit* (1486), y *Wimpergbüchlein* , mmss copias en Colonia, incunables en Nuremberg, Stadtbibliothk, Math. 484; Hans Schmuttermayer, *Fialenbüchlein* (1498), Nuremberg, Germanisches Nationalmuseum, inc. 8.º 36.045/K 497; Lorenz Lechler, *Unterweisung* (1516), ms copia en Colonia, Historisches Arch. Handschrift Wf* 276; *WG* (Cuaderno de Frankfurt, 1572), Frankfurt-am-Main, Städelschen Kunstinstitut 8–494; Rodrigo Gil de Hontañón, capítulos I a VI de la obra de Simón García *Compendio de Arquitectura Simetría de los templos* (1681–83), ms 8,884 Biblioteca Nacional; Wolfgang Rixner (Cuaderno de Viena 1445–1515); Jacob Strommer (Cuaderno, 1561–1614); Cuaderno de Dresde (1544–67), Biblioteca Nacional de Viena. Algunos sin estudiar a fondo en la actualidad.

10. En la determinación gráfica del desarrollo de la circunferencia se obtiene un valor para pi = 22/7 = 3,1428 (aproximación de milésima respecto a 3,1416). En la igualdad de áreas entre cuadrado y triángulo, el valor de raíz de tres = 16/9 = 1,777 (aproximación de centésima con 1,732).
11. Cfr. Ruiz de la Rosa, capítulo «El Libro de Geometría», en el tomo II (Jiménez 1998), cuyo primer tomo es el facsímil del manuscrito atribuido a Hernán Ruiz y depositado en la Escuela de Arquitectura de Madrid.

Lista de referencias

Baron, R. 1955. Sur l'introduction en Occident des termes 'geometria teórica et practica' . *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications* 8: 298 y ss.
Branner, R. 1961. Jean d'Orbais and the Cathedral of Reims. *Art Bulletin* 43: 131–133.
Bucher, F. 1979. *Architector. The lodge books and sketchbooks of Medieval Architects*. New York.
De Bruyne, E. 1958. *Estudios de estética medieval*. Madrid.
Downey, G. 1946–48. Byzantine Architects: their training and methods. *Byzantion* 18: 99–118.
Erlande-Brandenburg, A. et al. 1991.*Villard de Honneourt*, Madrid.
Frankl, P. 1945. The secret of the mediaeval masons. *Art Bulletin* 27.1.
Gimpel, J. 1953. Sciences et techniques des maitres maçons du XIII siècle. *Techniques et Civilisations*. 2, 5–6: 147–151.
Jiménez, A. et al. 1998. *Libro de Arquitectura*. Sevilla. Facs. y estudios.
Lewis, B; CH. Pellat, y J. Schacht, 1965. *Encyclopédie de l'Islam*. Paris.
Mieli, A. 1946. *Panorama general de Historia de la Ciencia. El mundo Islámico y el Occidente Medieval Cristiano*. México.
Peet, E. 1923. *The Rhind Mathematical Papyrus*. Londres.
Rey, Abel. 1943. *La Ciencia Oriental antes de los griegos*. Paris.
Rey, Abel. 1961. *La juventud de la Ciencia Griega*. México.
Ruiz de la Rosa, J. A. 1987. *Traza y simetría de la Arquitectura*. Sevilla
Shelby, L. R. 1972. The geometrical knowledge of mediaeval master masons. *Speculum* 47, 3: 395–421.
Shelby, L. R. 1977. *Gothic design techniques*. Illinois.
Tannery, P. [1887] 1988.*La Géométrie Grecque*. Paris.

A modo de inventario de fuentes documentales de la Edad Media para la Historia de la Construccion

Cristina Segura Graiño

La caída de Constantinopla (1453) en manos de los turcos supuso el fin del Imperio Bizantino y la marcha hacia Occidente, sobre todo a Italia, de una serie de sabios griegos, mientras que la mayor parte del clero ortodoxo fue a Rusia, cuya incorporación al cristianismo se había hecho desde esta facción religiosa. Los sabios griegos que llegaron a Italia, llevaban entre sus pertenencias una serie de textos clásicos, que en el Occidente cristiano no se conocían por motivos religiosos ya que se había considerado que sus autores eran paganos y, por tanto, no recomendables. Por este motivo la sabiduría griega no se había empezado a conocer en el Occidente cristiano hasta el siglo XIII, mientras que entre los musulmanes se estudiaba desde el siglo VII. En buena medida fueron sabios de religión islámica, en los dos lugares donde hubo un mayor contacto con pueblos de religión cristiana, esto es en Sicilia y en Al-Andalus, quienes iniciaron la transmisión de la sabiduría griega, rechazada en los territorios del Imperio romano de Occidente, desde el siglo IV cuando el emperador Teodosio decreto que la religión cristiana sería la oficial del Imperio. En cambio, en el Imperio romano de Oriente, el imperio Bizantino, por su helenización creciente, no hubo un rechazo hacia la sabiduría griega, aunque hubiera sido producida por paganos, en la zona de Occidente, que pronto se desintegro en varios reinos germánicos, la afirmación religiosa produjo un rechazo a toda la sabiduría que no se hub. Esto, como es obvio, pera producido dentro de la religión cristiana. Esto produjo un fuerte atraso cultural en Occidente, con respecto a la producción intelectual en Bizancio y en las tierras que estaban bajo el Islam.

El siglo XIII supuso para Occidente el inicio de un importante desarrollo intelectual que culmino en el siglo XV, este movimiento intelectual, que dio lugar a una revolución en el pensamiento y en todos los ámbitos de la creación, tanto en las letras como en las ciencias y en las artes, que se ha denominado Humanismo y/o Renacimiento. La llegada a lo largo del siglo XV de sabios griegos, con textos desconocidos en Occidente hasta entonces, fue un gran impulso para esta revolución y ampliación de los campos del conocimiento. Uno de los textos que entonces se conoció fue la obra de Vitrubio *De Architectura libri decem*, que es el único texto sobre arquitectura que se ha conservado del mundo Antiguo, lo cual no quiere decir que fuera el único que se escribió. En 1485 apareció en Florencia la primera edición moderna y desde entonces ha sido obra referencial. Marco Vitrubio Polión vivió en la actual Italia en el siglo I a.c. y dedicó su obra al emperador Augusto, en la que se trata no sólo de arquitectura, sino también de mecánica y de ingeniería. Precisamente Augusto le empleó por sus conocimientos de ingeniería militar. Vitrubio tomo como referencia las construcciones romanas, pero también las que se habían llevado a cabo en los reinos helenísticos conquistados por Roma. Los diez libros que constituyen el tratado de Vitrubio fueron olvidados en Occidente por los motivos señalados, y fue con el Renacimiento cuando volvieron a

leerse y a consultarse y a utilizar sus enseñanzas sobre todo en lo referente a la aplicación en la construcción de las normas clásicas. Es posible que esta obra estuviera en alguna biblioteca monástica pero olvidada pues Petrarca la conocía y Bocaccio fue el primero que se interesó por ella, pero no por sus aspectos técnicos, sino por ser una obra de la Antigüedad clásica. Por este motivo fue por lo que la divulgó utilizando un códice de Montecasino, cuyo origen no se conoce.

Hasta entonces el texto de Vitrubio no había tenido difusión ni había sido seguido en el ámbito de la construcción. Fue en aquellas mismas fechas, cuando León Battista Alberti, que debía conocer una posible trascripción de Bocaccio, quien demostró su importancia técnica y la utilizó en su obra *De re aedificatoria*, publicada también en Florencia y el mismo año que el texto de Vitrubio. Por tanto, fue, o fueron, el punto de partida y el canon que establecía las pautas para cualquier tipo de construcción. El éxito y la difusión de la obra de Vitrubio, que sigue siendo todavía un texto imprescindible, en buena medida se debieron a que los gustos artísticos de la época rechazaban los excesos y complicaciones a los que se había llegado con la crisis finimedieval y el último gótico. Se buscaba un orden, como signo de una nueva mentalidad menos atormetada, mucho más próxima a las formas clásicas. Para el tema que aquí me ocupa, la obra de Vitrubio, en parte también la de Alberti, fue referencia para cualquier tipo de construcción y dio lugar a toda la serie de edificaciones, que se denominan renacentistas, que se llevaron a cabo siguiendo los patrones que habían marcado los griegos en la época clásica y que, en buena medida, habían seguido los romanos. La presencia de muchas de las construcciones, griegas y romanas, tanto edificios como infraestructuras, fue fundamental para los «arquitectos» de aquel momento, que podían comparar las enseñanzas de Vitrubio con los edificios que se habían conservado y aplicarlas en sus nuevas obras.

El texto de Vitrubio pronto fue un modelo a seguir y los tratados de construcción fueron proliferando. No es este momento para hacer una relación de ellos, pues son de sobra conocidos los más famosos, que con mayor o menor calidad ofrecen los principios esenciales de cómo construir arquitecturas. Estos textos suficientemente difundidos establecían normas, manifestaban técnicas, indicaban prácticas, dictaban modas, etc. y eran, sobre todo, el referente, el canon a seguir. Por tanto, su vigencia en parte estaba condicionada a la adecuación con el estilo imperante. Por otra parte, tanto los escritos de Vitrubio como los que le sucedieron, generalmente se aplicaban sólo en las edificaciones singulares, en las grandes construcciones. Todos estos textos, en buena medida, han sido las fuentes documentales que se han utilizado preferentemente para hacer la Historia de la Arquitectura, la Historia del Arte y, en fin, la Historia de la Construcción, estas tres ciencias, aunque coincidan en algunas cuestiones no pueden identificarse, ni utilizarse como sinónimos pues tienen objetos bien diferentes. Por supuesto, que, en mayor medida, las fuentes fundamentales sobre las que se está elaborando la Historia de la Construcción han sido los edificios que se han mantenido en pie y que se han conservado en funcionamiento y utilidad y han propiciado que se les estudie desde alguna de las tres posibilidades antes señaladas. No obstante, en este trabajo no me voy a referir a las construcciones, documentos materiales, como fuente para la Historia de la Construcción, sino que voy a centrarme en los documentos escritos. Primero voy a hacer una valoración sobre los tratados y después voy a referirme a otro tipo de documentación escrita, en este caso de la Edad Media, que tiene un carácter muy diferente a los tratados. Los tratados son documentos excepcionales, mientras que las fuentes documentales que voy a analizar son muy abundantes pues hacen referencia a cuestiones cotidianas.

Los «tratados» como fuente documental

Los tratados, desde el de Vitrubio, representan, desde mi parecer, un doble problema que me induce a criticarlos como fuente para hacer la Historia de la Construcción. Por una parte, hay que cuestionar si estos escritos se corresponden con la realidad de la construcción en el momento en el que se escribieron. Es decir, si los edificios en el siglo I a.c.que es cuando escribió Vitrubio, o en los siglos XV y XVI, que es cuando volvió a tener vigencia, o en el XVIII, se hacían atendiendo a las normas enunciadas, o los tratadistas elaboraban sus obras atendiendo a su pensamiento sobre como debían construirse los edificios. Es decir, si los tratados se hacían atendiendo a la materialidad de las construcciones o si había un deseo normativo por parte de los tratadistas para imponer

sus criterios. Me inclino a pensar, que los tratados de construcción, como cualquier otro escrito de carácter normativo, responden, sobre todo, al pensamiento del autor. Esta idea se refrenda con la simple comparación de la norma con la realidad que ha permanecido y el establecimiento de la adecuación de la obra con lo dispuesto en el tratado. Los estudios en este sentido son muy numerosos. Hay construcciones que se critican por su originalidad y por su alejamiento de la norma, esta trasgresión puede ser el origen de su belleza y, por otra parte, su contribución al avance en las técnicas constructivas. O, por el contrario, la fidelidad a la norma puede resultar vulgar.

La segunda cuestión crítica sobre la validez de los tratados como fuente documental se refiere a planteamientos mucho más sociales relacionados con la Historia de la Construcción. En los textos referidos el objeto preferente son los edificios singulares y que van a ser preferentemente usados y utilizados por las clases privilegiadas. O van a responder a las necesidades de representación de estos grupos. Las ciudades no sólo estaban compuestas de la catedral, el castillo, el palacio o los lugares de diversión. En las ciudades vivían gentes de diversas clases sociales que necesitaban una casa y, asimismo, se necesitaba de la construcción de infraestructuras, como caminos, puentes, presas, etc. que facilitaran la vida y el abastecimiento de las personas. Generalmente estas edificaciones no eran objeto de atención y la mayoría de los tratados respondían a las necesidades de los poderosos. Por tanto, ni su utilización de ellos como fuente, ni el análisis de los edificios singulares conservados, son lo mejor para acercarnos a la realidad social de las personas y, por tanto, para hacer una Historia social de la Construcción. Su contenido debe centrarse en temas como las relaciones de las personas con las construcciones de todo tipo, es decir la funcionalidad o no de los edificios o de las infraestructuras, y, también, en el impacto socioeconómico de estas mismas construcciones e infraestructuras. Advierto que diferencio construcciones de infraestructuras, aunque en realidad estas segundas también son construcciones, pero quiero distinguir los edificios, catedrales, casas, palacios, murallas, castillos, torres, etc. de caminos, calzadas, puentes, presas, etc.

Atendiendo al impacto socioeconómico de cualquier construcción, no sólo deben ser objeto de estudio los materiales utilizados, sino sus precios. Asimismo, creo que es necesario tener en cuenta las condiciones en las que se desarrollaba cualquiera de los trabajos relacionados con la construcción, tanto a nivel superior, arquitectos, maestros de obras, alarifes, como la mano de obra inferior. Es necesario valorar la categorización social de cada uno de estos oficios, sus posibilidades de constituir un gremio, su reconocimiento social y, sobre todo, los salarios que se obtenían por el desempeño de cada una de las funciones que se desarrollaban en cualquier construcción. Para finalizar este desideratum de contenidos es imprescindible valorar los condicionamientos sociales y económicos que impulsan la realización de determinadas construcciones. La posible especulación y las plusvalías que origina cualquier iniciativa en este sentido. Igualmente, no puede olvidarse el impacto medioambiental que el desarrollo constructivo puede originar. El desarrollo urbano que se inició en los siglos XI y XII, inició un proceso de deforestación todavía no resuelto. La construcción de casas en las ciudades requería una cantidad importante de madera. También afectó al paisaje la necesidad de piedra o mármol con la explotación de las canteras. Todo ello son temas que deben ser contemplados por la Historia de la Construcción y en los tratados clásicos no hay informaciones suficientes para abordarlos, bien es cierto que la mayoría de estos temas están todavía vírgenes o muy poco desarrollados pero, desde mi punto de vista, son imprescindibles para valorar la importancia y la necesidad del desarrollo de la Historia de la Construcción.

Fuentes documentales para la Historia de la Construcción

La Arqueología, sin duda, es fundamental para conocer construcciones semiderruidas o restos de épocas anteriores. Asimismo ayuda a comprender como se desarrollaron las fases de edificación en espacios donde el uso ha sido el mismo pero en el que se han sucedido, remodelaciones, reconstrucciones, etc. Es imprescindible para conocer materiales, técnicas e, incluso, funcionalidades y estilos. La Arqueología requiere el conocimiento de unas técnicas propias y el dominio de unos instrumentos de trabajo peculiares. Para el desarrollo de la Historia de la Construcción es necesaria la colaboración de arqueólogos/as, sobre todo, en los casos que en que el objeto de estudio está en deficientes condiciones de conservación y

es de una época pasada, careciendo de suficientes escritos sobre él. Es decir, que la colaboración arqueológica suple la falta de documentación escrita sobre un edificio, aunque tampoco puede olvidarse que un trabajo arqueológico riguroso requiere el conocimiento de los textos escritos sobre el objeto de estudio. Todo esto aboga por la necesidad de la utilización de documentos escritos que hagan cualquier tipo de referencias tanto al momento de la construcción, como a épocas posteriores. Un especialista en Historia de Arte puede analizar un edificio atendiendo al seguimiento en él de un determinado estilo. Un arquitecto/a puede analizar además los materiales, las técnicas, los problemas constructivos y su resolución. Un arqueólogo/a aporta la interpretación de unos restos materiales. Pero todo esto, sin duda, imprescindible y fundamental, no puede ser todo, pues, en cierta medida, el resultado puede ser un estudio externo del objeto al que no se contextualiza dentro de la sociedad que lo produjo.

Los documentos escritos que se fueron elaborando desde que se planeo la construcción de un determinado edificio, singular o de uso cotidiano, hasta llegar a finalizar la obra son imprescindibles para hacer un estudio integral de dicho edificio. La búsqueda y lectura de estos escritos sobre construcciones anteriores al siglo XVII requiere unos conocimientos especializados, como paleografía, archivistita, diplomática y documentación. A partir del siglo XIII las noticias que pueden ser importantes para la Historia de la Construcción comienzan a aparecer y progresivamente se van haciendo cada vez más numerosas. Quiero insistir que no voy a referirme a la construcción de edificios singulares, como por ejemplo el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial, cuya documentación está perfectamente localizada, ordenada, es asequible y, gracias a ella, se conocen perfectamente las fases de la construcción, toda la serie de problemas que se plantearon, los gastos, etc. Pero, vuelvo a insistir, hay toda otra serie de construcciones imprescindibles y de uso común sobre las que también hay informaciones escritas pero mucho más difíciles de localizar. Sobre esta cuestión es sobre la que voy a intentar aportar un somero inventario de fuentes con algunos ejemplos. También quiero señalar que, por el contrario, en algunos casos se han conservado los documentos escritos pero lo que ha desaparecido ha sido el edificio al que hacen referencia, que puede reconstruirse idealmente y estudiarse gracias a las informaciones que en los textos aparecen.

El primer problema que puede presentarse es la localización de documentación. En los edificios singulares o pertenecientes a familias privilegiadas los documentos suelen estar en el archivo del edificio, recuerdo el citado Monasterio de San Lorenzo, o en el archivo familiar en el caso de las clases más altas, por ejemplo en el Palacio de Liria de Madrid se encuentra el archivo de la casa de Alba. Otro lugar frecuente son los archivos del concejo o ayuntamiento del lugar que se remontan al siglo XI en algunos casos. Actualmente en todas las capitales de provincia hay, además, un Archivo Histórico provincial donde se ha reunido documentación dispersa relacionada con dicho lugar. A parte de lo indicado hay una serie de Archivos Generales como el Archivo Histórico Nacional o la Sección de Manuscritos de la Biblioteca Nacional o el Archivo de Palacio Real. Pero hay muchas más posibilidades, pues en la mayoría de los casos los escritos sobre una construcción no suelen encontrarse todos reunidos en el lugar idóneo, sino que hay que hacer una búsqueda exhaustiva, ya que lo frecuente es que la documentación no esté toda reunida y en el lugar adecuado.

Las posibilidades pueden ser muy variadas y los documentos se pueden encontrar en lugares insospechados. Aporto algunos ejemplos, ante la imposibilidad de enunciar todas las posibilidades. La primera es que hayan sido robados y se encuentren en un lugar insospechado. O se han tenido que entregar por alguna causa a un escribano o notario; también puede ser que se haya redactado por ellos, en este caso están en el archivo de Protocolos correspondiente, que hay en todas las capitales de provincia. Otra posibilidad es que en un reparto de herencia han ido a engrosar el archivo de otra familia. También puede haber habido, por cualquier motivo, intervención real o eclesiástica y entonces están en los archivos correspondientes; General de Simancas, Archivo de Corona de Aragón y Archivo General de Navarra en el primer supuesto o en cualquiera de los archivos diocesanos, catedralíceos y monásticos en el segundo. Si ha habido un pleito relacionado con la construcción, con su transmisión o compra y venta, los documentos se encuentran en las diferentes Chancillerías de Valladolid o Granada para la Corona de Castilla. Actualmente se han creado nuevos archivos generales en algunas Comunidades Autónomas, como el País

Vasco o el Reino de Valencia; o están en fase de creación o, por lo menos, de catalogación de fondos dispersos relacionados con cada una de ellas. Todas éstas, son las posibilidades más frecuentes para encontrar documentos útiles para la Historia de la Construcción, pero sólo son las más frecuentes pues un documento puede estar en el sitio más impensado: como encuadernación o forro de un libro mucho más moderno, por ejemplo. O escondido entre otros que no tengan nada que ver con el tema, copiado en otro documento posterior, en manos privadas que lo ocultan por cualquier causa, etc.

La búsqueda de estas fuentes requiere una preparación y unas determinadas técnicas. Pues, además, no todos los archivos tienen una perfecta ordenación y catalogación de todos sus documentos, y, en estos casos, la localización de los documentos que interesan puede entrañar también dificultades. A ello hay que unir que hay tipos de letras, por lo menos hasta el siglo XVII cuya lectura entraña grandes dificultades si no se tienen conocimientos paleográficos. También hay documentos deteriorados, rotos, etc. en cuyo caso las dificultades son todavía mayores. Posiblemente el mayor problema en la búsqueda de documentos relacionados con la construcción, sobre todo en el caso de edificios o de infraestructuras de uso común, es que las referencias se encuentran insertas en escritos que tratan de muy diversas cosas y que una primera impresión puede disuadir de su consulta, pues puede ser difícil deducir que en aquellos documentos haya referencias que interesen. Por tanto, la búsqueda puede ser muy dura y muy frustrante. A continuación voy a analizar dos ejemplos: los Libros de visita y los Libros de Acuerdos de los Concejos, en los que hay dispersas muchísimas informaciones cuya localización supone un arduo trabajo y, frente a esto, un ejemplo de documentación mucho más asequible como el una memoria de obras.

Los libros de visita

La «visita»se denominaba desde fines de la Edad Media a la inspección que se llevaba a cabo sobre la administración de algún bien o propiedad por parte del responsable de la misma. Se nombraba para ello a uno o varios visitadores, generalmente dos, que debían ser personas de probada honestidad y ajenos a lo que se iba a inspeccionar y a las personas encargadas de la explotación. Las visitas eran periódicas en algunos casos o extraordinarias si había noticia de mala administración, mal trato, engaños, etc. Los visitadores inspeccionaban cuidadosamente objetos y personas y recogían por escrito todo lo que encontraban o de lo que se informaban. Los libros de visita que voy a utilizar en este caso son los que se hicieron para inspeccionar las encomiendas de la Orden Militar de Santiago. Las Ordenes Militares tenían bajo su jurisdicción y explotación extensos territorios de los que sacaban importantes rentas. La Orden Militar de Santiago dividía sus propiedades en encomiendas que eran unidades de explotación al frente de las cuales había un comendador. Los comendadores debían velar por conseguir las mayores ganancias para la Orden y llevar a cabo una eficaz gestión, pero además cumplir con toda la serie de obligaciones que entrañaba el pertenecer a una Orden militar con carácter religioso. El primer libro de visita conservado es del año 1478 y a partir de esta fecha se suceden anualmente. Se encuentran en el Archivo Histórico Nacional en la Sección de Ordenes Militares.

En cada encomienda había por lo menos un núcleo urbano, más o menos poblado, que en un principio tenía un fuerte carácter militar pues las Ordenes Militares habían surgido en la Península para defender la Meseta Sur de los ataques de los musulmanes. En el siglo XV habían perdido buena parte de sus implicaciones religiosas y militares y eran señoríos que junto con las rentas de la explotación de sus recursos agrícolas se beneficiaban por el paso de las ovejas de la Mesta por sus tierras y por ser de los primeros ganaderos de Castilla. Era importante que los comendadores cumplieran fielmente con sus tareas económicas pero también que conservaran en buen estado todos los bienes que estaban bajo su control. Del comendador dependían dos edificios que se repetían en todas las encomiendas, eran la casa de la encomienda y el hospital. La casa de la encomienda era el lugar de residencia del comendador pero también donde se guardaban toda la serie de propiedades muebles de la encomienda que podían ser armas, instrumentos de labranza y, sobre todo, los productos agrícolas y ganaderos que se pagaban como rentas o que se conseguían con la explotación de los recursos de las tierras que formaban la encomienda. El hospital era una muestra del carácter religioso y social, por la obligación asistencial de las Ordenes Militares, y servía para acoger a necesitados de todo tipo, pobres, enfer-

mos, mujeres y niños abandonados, peregrinos, viajeros, etc. Ambas construcciones tienen unas características propias de funcionalidad, pero no eran edificios destacables por sus valores arquitectónicos y, por ello, en la mayoría de los casos han desaparecido.

Las diferentes visitas inspeccionaban estos edificios, además del resto de bienes y personas que formaban parte de la encomienda y describían en su escrito como eran y en que estado se encontraban. La utilización de los libros de visita ha servido a una historiadora del Arte, Aurora Ruiz Mateos (1990), para reconstruir las plantas y los alzados de estos edificios gracias a la descripción minuciosa que se hace de ellos en los libros de visitas. El estudio se ha hecho sobre ocho encomiendas que ocupaban tierras que actualmente pertenecen a la Comunidad Autónoma de Madrid. Estas encomiendas son: Paracuellos del Jarama, Villarejo de Salvanés, Valdaracete, Estremera, Fuentidueña, Colmenar de Oreja, Aranjuez y Alpagés. En ninguno de estos casos se han conservado restos de las casas de encomienda ni de los hospitales. La citada autora ha seguido las indicaciones que aparecen en varias de las visitas que se realizaron desde 1478 hasta 1525 para poder llevar a cabo el trazado de los planos de las plantas y el alzado de estos edificios. Su método de trabajo se ha completado con el conocimiento de estos mismos edificios en otros lugares, en los raros casos en que se han conservado. Las casas de encomienda son construcciones civiles y los hospitales tienen también un carácter religioso por su labor asistencial.

Voy a aportar algunos ejemplos de las informaciones que aparecen en estos documentos. En el caso del hospital de Colmenar de Oreja en la visita se indica que «y un trascorral e a las espaldas del una camarilla que se manda por la plaza» Asimismo se indica que en Villarejo de Salvanés no fue necesario hacer una casa de encomienda pues el castillo era suficientemente accesible como para que el comendador pudiera residir en él siempre que se hiciera una reforma. Se describe que había «na barrera nueva de cal y canto bien gruesa, con cinco cubos nuevos de bóveda . . . medio de esa barrera una torre grande con ocho cubos . . . la torre tiene seis suelos ». El último ejemplo se refiere a Alpagés, actualmente dentro del término de Aranjuéz, la casa estaba medio derruida en 1478 y sigue estándolo en la visita de 1480. Se decide que se lleven a cabo los reparos necesarios para lo que los visitadores ordenaron «gastar veinte mill maravedís en una torre que solía estar allí, mandaron los dichos visitadores que la fisiesen junto con la casa en un cabo de ella». Estas citas son someros ejemplos de las informaciones que sobre estos edificios se encuentran en los libros de visitas. Además de describir los edificios detalladamente, aparecen informaciones sobre términos constructivos, localización, precios, etc. En el trabajo de Ruiz Mateos que aparece citado en la bibliografía se pueden comprobar los resultados logrados, pues gracias a unos textos escritos se han podido conocer edificios hoy desaparecidos.

Libros de acuerdos del concejo

Los concejos o ayuntamientos tenían un escribano que recogía en un libro todos los acuerdos a los que se llegaba en las reuniones de las personas que constituían esta institución que era la representante de todos los que vivían en un lugar y en la que todos los vecinos delegaban el gobierno de su ciudad. En los libros de acuerdos, que de algunos lugares se han conservado desde el siglo XIII, se contienen informaciones muy diversas relacionadas con la vida urbana. En esta comunicación me interesa destacar aquellos acuerdos que se tomaron en relación a la construcción de puentes en la Villa de Madrid. Sobre este tema presentaba, junto con otras personas, una comunicación en el III Congreso de Historia de la Construcción (2000), en aquel caso nos interesaban los avatares que se habían sucedido en la construcción y arreglos de estos puentes. Ahora sólo quiero destacar el valor de los Libros de Acuerdos como fuente documental para la Historia de la Construcción, para ello voy a aportar algunas citas como ejemplo del valor de estos documentos.

Los Libros de Acuerdos del Concejo de Madrid están en el Archivo de Villa. El primero conservado es del año 1464 y están publicados los acuerdos hasta el año 1515 que constituyen cinco volúmenes, el resto hasta la actualidad, están en dicho archivo. Es una fuente de fácil consulta, si se conoce la letra, pues en el margen de página se indica el tema sobre el que trata el acuerdo. Bien es cierto que en algunos casos hay informaciones a las que no se hace referencia en el margen. En Madrid había tres puentes, la puente Toledana, la Segoviana, en los caminos a estos dos

lugares, sobre el Guadarrama, que de esta manera se denominaba al actual Manzanares en el siglo XV y XVI, y el puente de Viveros sobre el Jarama. Además, había una serie de puentecillos sobre los diferentes arroyos que atravesaban la Villa para desembocar en el Guadarrama. Uno era el llamado de Valnadú cuyo cauce ocupa la actual calle del Arenal y el otro el de San Pedro, que hoy es la calle de Segovia. Solamente voy a hacer referencia a algunos, los que me parecen más significativos, de los acuerdos sobre puentes que se tomaron en el periodo comprendido entre los años 1512–1515 como muestra de la importancia de estas referencias y del volumen de las mismas.

«Mandaron quel mayordomo, acabado de gastar los treinta mill maravedis, questan repartidos de las puentes, lo acabe de gastar de los propios, para los petriles e empedrar las puentes» (4 de junio de 1512). Este acuerdo induce a pensar que las puentes habían sufrido desperfectos con las lluvias invernales y las avenidas que se producían en primavera y se había decidido proceder a su reparación para lo que se habían destinado treinta mil mrs. los cuales se debían sacar de los ingresos que producían los bienes de propios del concejo. Los desperfectos se habían producido en los pretiles y en los lienzos de los puentes y era necesario reparar los desperfectos. El 20 de agosto siguiente se decide comprobar como lleva la obra el empedrador y si se le ha pagado lo necesario: «Acordaron los señores corregidor e Francisco de Herrera [uno de los regidores del concejo] vean con el enpedrador lo que hay de tapias en las puentes e lo que tiene rescibido para que se sepa lo que se le debe y se le libre». El 10 de septiembre «mandaron librar a Valdolivas dozientas e sesenta e dos tapias, que a enpedrado en las puentes segoviana e toledana, a real cada tapia». Gracias a estos acuerdos tenemos noticias sobre varios temas: la existencia de un oficio, empedrador; los materiales de construcción que se utilizaban y las técnicas; lo relacionado con la financiación de las obras, las formas de pago; y, por último, la obligación del concejo de tener buenas infraestructuras y la vigilancia de las obras.

Los desperfectos en los puentes debían ser muy frecuentes y aparecen referencias a las reparaciones casi todos los años. El 24 de noviembre de 1514 se decide que «el enpedrador vaya a enpedrar la puente de Biveros e se le libren en el mayordomo ocho mil reales e que el enpedrador sea Francisco de Madrid». Gracias a este acuerdo se tiene constancia del nombre de un empedrador, dato importante pues se podía establecer si los oficios se suceden de padres a hijos. Aunque no hace referencia a los puentes señalo otro acuerdo tomado el 12 de agosto de 1513 en el que aparece un oficio importante, alarife, y el sistema que se seguía para la asignación de obras: «Mandaron que los alarifes vean cierto reparo, ques menester, para los muros [murallas] y lo pongan por memoria e, de lo que declararen, otorgan petición para su Alteza, para reparallo». Una última información quiero aportar sobre los puentes, para que se perciba la importancia y valor que daban a estas construcciones. El 12 de diciembre de 1515 se toma el siguiente acuerdo. «Mandaron quel mayordomo haga hacer unos pontones en la Puente Segoviana, para que no pasen carretas, e que se haga de piedra yeso e que lo pague yo [el escribano] de la cámara, a vista del señor Francisco de Herrera, e que se haga, asímismo, en la Puente de Biveros». Esta decisión debió tomarse para evitar los desperfectos que las carretas producían en los puentes.

El 25 de septiembre de 1512 el concejo de la Villa de Madrid promulgo una «“Ordenanza sobre solares» que no copio por su extensión, pero remito a la p. 192 de vol. V de los *Libros de Acuerdos del Concejo madrileño* (Madrid 1987) que tiene un gran interés pues muchas de las normas para el cuidado de los solares, las posibilidades de construcción y la venta de los mismos, tendrían efectos muy beneficiosos para las ciudades actuales si estuviera en vigencia.

Por todo lo expuesto vuelvo a insistir de los beneficios que puede suponer para la Historia de la Construcción la utilización de una fuente escrita en la que se guardan tantas informaciones relacionadas con el urbanismo, los oficios, los precios, los salarios, las contratas, las obras en general que se llevaban a cabo y el seguimiento de las mismas y, por último, la preocupación municipal por intervenir para un mejor confort del ciudadano.

Memorias de obras

A partir del siglo XV son muy frecuentes las memorias de obras en las que muy pormenorizadamente se hace referencia a todo cuanto debe colaborar para llevar a cabo alguna construcción. Entre ellas, que

son muy numerosas, voy a aportar algunos párrafos de la «Memoria de lo que ordeno Peeter Janson, holandés, para las paredes y dique que se han de hazer en el estanque postrero que falta». Este documento se encuentra en el Archivo General de Simancas, en la Sección Casas y Sitios Reales, legajo 247–I, f. 32. Se refiere a la construcción de una presa en la actual Casa de Campo de Madrid, para un estanque, posiblemente el actual lago, el documento está publicado y estudiado en una comunicación en la que colaboré, presentada en el I Congreso Nacional de Historia de las Presas (Diaz-Guerra *et al.* 2002, 1: 109–117). No aparece fecha en el documento pero debe ser de 1562, desde luego anterior a 1563. Peter Janson era un piquero flamenco llamado por Felipe II para que construyera una presa que diera lugar a un estanque que se dedicaría al ocio y diversión de la realeza, caza, batallas navales, navegación, etc.

En primer lugar se describen las característica de dicha presa: «La pared delantero y principal a de tener de largo trescientas y sesenta pies y a de ser derecho y la dicha pared a de tener de grueso abaxo en el simiento siete pies y a de venir relaxando y desminuyendo hasta que quede arriba en tres pies . . .» A continuación hace referencia a los materiales que deben utilizarse: «Y las piedras berroqueñas . . . y que esten labradas y aparejadas antes que la dicha obra se comience» y a como se debe hacer la construcción «y echar lechada por entre losa y losa». En la memoria incluso hace referencia a los trabajos de carpintería: «di la orden a Enrique carpintero y la manera como ha de hazer un instrumento para que se puedan sacar fácilmente los tablones». Todo esta perfectamente regulado, señalado, medido, etc. Atendiendo a estas indicaciones se puede perfectamente diseñar la sección de dicho muro y conocer su aspecto externo. Por tanto, conociendo el lugar para el que se construyó, debe de ser fácil su localización e identificación si se mantiene en pie, cosa que todavía no hemos logrado de forma satisfactoria, aunque tenemos hipótesis al respecto, que prueban la necesidad de utilizar todo tipo de fuentes, aunque el resultado no sea siempre el deseado. Para el tema que ahora me ocupa, quiero insistir que como este documento hay muchos otros semejantes que encierran unas informaciones muy valiosas, precisas y definitivas sobre técnicas constructivas, materiales, oficios y desarrollo de las obras.

Todo lo indicado hasta aquí son ejemplos de las posibilidades que ofrecen las fuentes escritas para un conocimiento mayor de cual era el desarrollo de todo lo relacionado con la construcción, el contexto social de la misma y las relaciones sociales que se derivaban. Por otra parte, también manifiesta la necesidad de intentar la interdisciplinariedad y que la mejor investigación es la que se hace en equipo.

Mientras esto escribía ha sucedido la tragedia en la escuela de Beslán que no he podido apartar de mi pensamiento. Quienes nos consideramos intelectuales tenemos la obligación de denunciar sucesos como éste y luchar para que no se produzcan.

Lista de referencias

Díaz Guerra, C., M. Morales, E. Pérez y C. Segura. 2002. La Casa de Campo de Madrid como complejo hidráulico. En *I Congreso Nacional de Historia de las Presas. Actas*, I: 109–117. Madrid.

Libros de acuerdos del Concejo Madrileño. 1932–1987. 5 vols. Madrid.

Morales, M., E. Pérez y C. Segura. 2000. Los puentes de Madrid en la Edad Media. Construcción y reconstrucciones. En *Actas III Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 705–709. Sevilla.

Patetta, Luciano. 1997. *Historia de la Arquitectura (Antología crítica).* Madrid.

Ruiz Mateos, Aurora. 1990. Arquitectura civil de la Orden Militar de Santiago en la provincia de Madrid. En *El Madrid medieval. Sus tierras y sus gentes*, editado por J. C. de Miguel, 213–237. Madrid.

El cimborrio y otras soluciones a las cubiertas en la arquitectura altomedieval

Miguel Sobrino González

El cimborrio ha llamado la atención de los teóricos por dos motivos diferentes. Los historiadores del arte suelen destacar su capacidad para dotar de mayor luminosidad y de una particular espacialidad a la zona del templo donde por lo común es erigido, el crucero; por su parte, quienes atienden a cuestiones técnicas y constructivas han mostrado especial interés hacia los problemas derivados de su construcción, aquellos que han provocado, en no pocas ocasiones, que el cimborrio terminara por desplomarse.

Ahora se trata de hablar de construcción, por lo que cabría esperar que fuese esta última faceta de los cimborrios, su difícil inserción en las fábricas góticas y la frecuencia de su ruina, la tratada en este breve trabajo. Podría en él referirme a determinadas correcciones proyectuales a las que obligaron en siglos pasados los desplomes de ciertos cimborrios, ya para reforzar los pilares que habían de sustentarlos en su reconstrucción, como en la catedral de Burgos, ya para desestimar la primera y ambiciosa idea tras su caída, como en la de Sevilla.[1] Así mismo, sería posible describir, dentro del campo de la restauración, las opciones a las que ha dado lugar la ruina de determinados cimborrios, con operaciones que van desde la reconstrucción exacta de lo desplomado (de nuevo Sevilla, esta vez tras el derrumbe de 1888) hasta su sustitución por un elemento muy diferente (iglesia de San Miguel, en Peñaranda de Bracamonte).[2]

Un trabajo enfocado de ese modo podría titularse «El cimborrio como problema constructivo». Sin embargo, lo que aquí se pretende argumentar es justo lo contrario: porque, antes de alcanzar el grado de desarrollo que podía llegar a convertirlo en un problema,[3] el cimborrio apareció en la arquitectura altomedieval como un medio para solventar cuestiones técnicas que, por entonces, se afrontaban por vez primera. Como todos los inventos, el cimborrio acabó por desbordar el marco de su utilidad original; pero, en sus orígenes, debió de surgir para menesteres más inmediatamente prácticos, coherentes con una serie de recursos dirigidos, todos ellos, a solventar los problemas de las cubiertas. Porque, aunque parezca sorprendente, debido a la arraigada asociación entre el cimborrio y las cualidades espaciales y lumínicas a las que hacía alusión al principio, el quid de la invención del cimborrio no debe, a mi juicio, buscarse en el interior del edificio —luz, espacio—, sino en el exterior, en las cubiertas.

El principio de simplicidad

Si algo caracteriza a toda la arquitectura occidental anterior al gótico es la simplificación de las cubiertas. La arquitectura clásica logró grados superlativos de sofisticación, pero las cubiertas solían entonces concebirse del modo más sencillo posible. No sabemos bien cómo se solventaban los encuentros peliagudos en las construcciones romanas; cuando las plantas eran complejas (por ejemplo, en los grandes conjuntos termales) quizá se trasdosaba el cascarón de hormigón de la bóveda, el cual podía llegar a cu-

brirse con planchas metálicas solapadas, como sabemos que era en el Panteón.[4]

Puede que esté también en los metales la clave para comprender el modo en que los romanos afrontaban las limahoyas, que son las zonas más sensibles de las cubiertas: como en la actualidad, el medio más fiable entonces sería colocar bajo las tejas que desembocaban en la limahoya una lámina de metal, enteriza o con varias piezas solapadas, que ayudase a la expulsión del agua hasta la cornisa. La alta Edad Media fue una época marcada por la ausencia de una verdadera industria metalúrgica, lo cual provocó sin duda ciertas regresiones técnicas, entre las cuales habría de contarse la de la ausencia del uso de planchas de metal que ayudasen a la estanqueidad de las limahoyas.[5] De todas formas, incluso en época romana, los edificios que poseían tejados se concebían siempre que fuese factible con cubiertas de suma simplicidad (por lo general, a dos aguas), visible tanto en los modelos más sencillos como en otros cuya complejidad se reservaba en exclusiva para el interior, como en el templo de Venus y Roma.[6]

La sencillez de las cubiertas siguió imperando en la antigua arquitectura cristiana. Sin que deba considerarse una norma fija, en general puede comprobarse que las cubiertas consistentes en bóvedas trasdosadas se mantuvieron a través de su uso en una parte de la arquitectura bizantina, heredera del Imperio oriental;[7] en el occidente europeo, en cambio, se prodigaron las cubiertas de faldones rectos, ya asentadas en una cama sobrepuesta a la estructura de las bóvedas, ya sobre una armadura lígnea, aunque de modo excepcional pudiera acudirse a la bóveda trasdosada.[8]

En todo caso, se buscaba resolver la cubierta, siempre que fuese posible, con una forma sencilla: las cabeceras —que a veces son la única parte abovedada de los edificios—, aunque posean un interior de planta curva suelen mostrarse al exterior, en el período prerrománico, con una planta cuadrangular; esto sirve para reforzar la estructura (el regruesamiento del muro en las esquinas equivale al trabajo que harían allí unos contrafuertes), pero también redunda en la simplificación de las cubiertas, que entonces pueden resolverse simplemente con una o dos aguas (fig. 1).

Con más razón aún que en el período romano, teniendo en cuenta la citada limitación de la época respecto a los metales, en la alta Edad Media se pone especial empeño en evitar los encuentros problemáticos entre tramos de cubierta. Para soslayarlos, se prefiriere siempre la disposición de dichos tramos a diferentes alturas, sobre todo cuando lo que deriva del encuentro entre faldones es una limahoya; esto señala la tendencia de la arquitectura altomedieval hacia los espacios compartimentados —digamos, los tramos a modo de «módulos» que van desde el arranque en planta hasta la cubierta—[9] siempre que la complejidad de la planta exija una clara organización, que entonces no podía ser más que escalonada, de las cubiertas (en realidad, el escalonamiento como medio de evitar encuentros problemáticos en las cubiertas a escuadra ya se daba en la Antigüedad, como nos enseña con claridad el Erecteion). La arquitectura mozárabe, por ejemplo, muestra esa pintoresca solución escalonada de las cubiertas cuando el edificio posee cuerpos enfrentados (fig. 2). En cambio, cuando lo que se construye son naves simples de tipo basilical, fáciles de cubrir con estructura de madera, las cubiertas son así mismo sencillas (fig. 3)

Seguramente, a favor de la explicación del gótico como sistema de transmisión de empujes y cargas, no

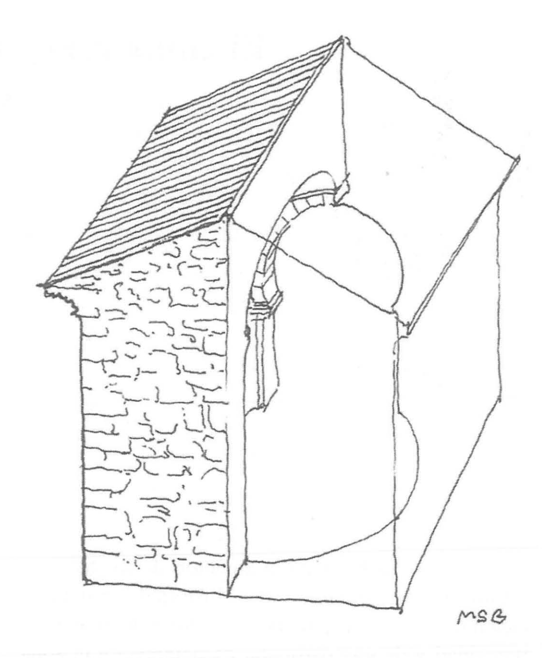


Figura 1
Esquema de una cabecera mozárabe, con planta interior curva y exterior cuadrangular, cubierta a dos aguas

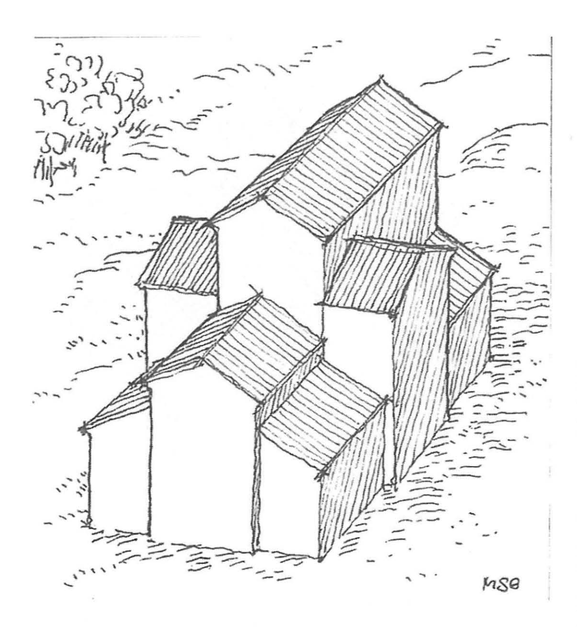


Figura 2
Esquema de templo prerrománico con naves perpendiculares

se ha destacado lo suficiente (al menos, en estudios generalistas) el avance que supuso ese período para resolver el difícil problema de la evacuación de las aguas. Gracias a la canalización y expulsión del agua tras conducirla hasta puntos determinados —las gárgolas—, pudieron por entonces complicarse sin tasa las plantas de los edificios, así como concebir grandes conjuntos compactos, en los que resulta inevitable la consecución de cubiertas complejas.

El temor a las limahoyas

Antes de que el gótico aportase nuevas soluciones, una limahoya era un lugar por el que con facilidad podría dar comienzo la degradación de un edificio. La limahoya debe recoger el agua procedente de dos faldones situados a escuadra, de modo que descargan sobre ella todo el agua que reciben; si el canal de la limahoya no se encuentra obstruido (puede haber motivos tan sencillos como un nido de pájaro o una laja o teja removidas) el agua será desalojada hacia un lugar tan poco propicio como es un encuentro en rincón, donde con toda probabilidad se acumulará la humedad (fig. 4). En el período gótico, las gárgolas cumplirán la misión de alejar el agua de lluvia de los paramentos, pero, con anterioridad, las cornisas prerrománicas y románicas, por mucho vuelo que tuviesen, podrían no dar abasto cuando se tratase de prote-

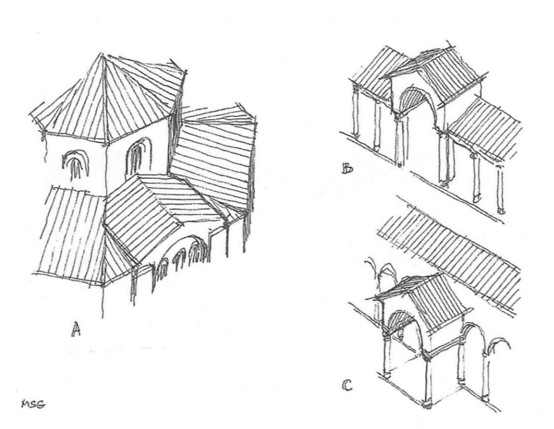


Figura 3
Esquema de templo prerrománico de tipo basilical

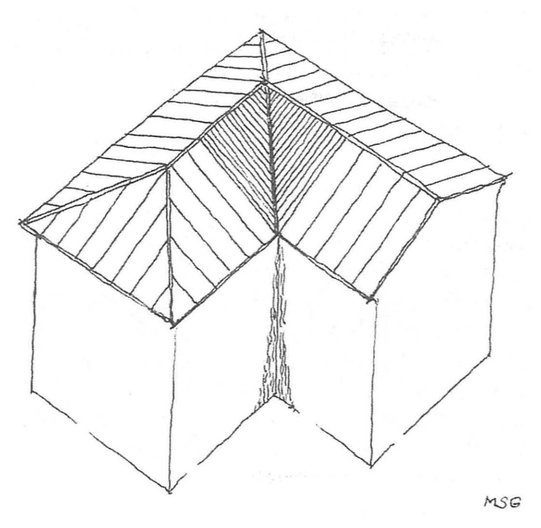


Figura 4
Esquema de una limahoya, con los efectos que puede producir en el rincón adonde desemboca

ger a un rincón del agua procedente de una limahoya (más aún si, por ejemplo, azotaba el viento, efecto atmosférico que suele acompañar a la lluvia, o bien en rincones en los que, por su orientación, nunca diese el sol).

En edificios con planta basilical, las cubiertas pueden resolverse de forma sumamente sencilla, con una o dos aguas que, con faldones escalonados o no, desalojan el agua de lluvia hacia los lados (fig. 3). Cuando la simbología cristológica impone la planta en cruz, el tipo basilical sencillo de una o más naves paralelas queda desplazado por la disposición a escuadra de las naves longitudinales y las de crucero. En ese caso, si las naves principales (la mayor y el transepto) tienen la misma altura, se producirá el indeseado encuentro con limahoyas en sus líneas de intersección (fig. 5A). Para eludir esto se presentan varias posibilidades: puede hacerse la nave del transepto más baja (fig. 5B) o más alta que la principal (fig. 5C);[10] o bien, pueden construirse las dos naves a la misma altura y sobreelevar el tramo común a ambas, de modo que los encuentros entre faldones sean resueltos por limatesas, mucho más fáciles de ejecutar y mantener que las limahoyas (fig. 5D). En ese pequeño cuerpo elevado en la intersección de las naves podríamos hallar el germen del cimborrio.

La idea de que el cimborrio nació como forma de evitar las limahoyas en los encuentros de cubiertas de igual altura parece confirmarse cuando se comprueba, observando la arquitectura anterior al gótico y, sobre todo, la prerrománica, que existe todo un corpus de soluciones aplicadas al mismo fin (fig. 6), soluciones entre las cuales el primer cimborrio sería una más, aunque terminase por ser la que diera los frutos más espectaculares.

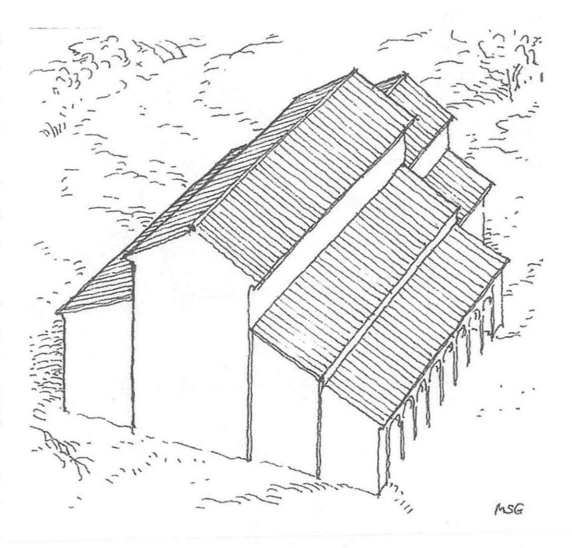
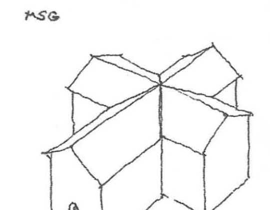
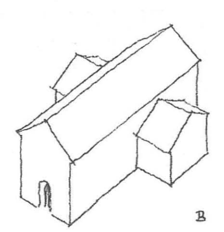


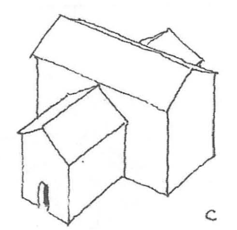
Figura 6
Distintos casos de disposición de cubiertas a diferentes alturas en edificios altomedievales: A.– En San Vital de Rávena. B y C.– En pórticos de iglesias paleocristianas

Otros casos relacionados

Hace unos años, un estudio sobre la reforma tardogótica de la iglesia románica de San Pedro de Arlanza hizo que me plantease ciertas cuestiones acerca de la







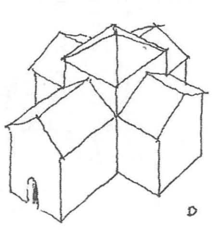


Figura 5
Esquema de soluciones de cubiertas para dos naves dispuestas en cruz: A.- Naves de igual altura, que en su encuentro producen limahoyas. B.– Transepto más bajo que la nave mayor. C.– Transepto más alto que la nave mayor. D.– Nave mayor y transepto de igual altura, con interposición de un cuerpo intermedio más elevado

misma existencia de los cimborrios, así como sobre la continuidad de su construcción en la arquitectura hispánica a lo largo de toda la Edad Media y aun después, en contraste con otros territorios, donde los cimborrios prácticamente dejaron de edificarse al imponerse el modo gótico de construcción.[11]

En aquel artículo trataba sobre todo el hecho constatable —y, sin embargo, quizá desapercibido— de que los cimborrios ocupan un lugar protagonista en la historia de la arquitectura hispánica, mientras que en otros territorios, con los que compartimos tradición arquitectónica, es difícil encontrarlos en el período que va desde el fin del románico hasta la eclosión de las cúpulas con tambor del Renacimiento. Aunque dicho trabajo estaba enfocado a indagar en las razones de esa afición hispánica al cimborrio en época gótica, en él se enunciaban también ciertas cuestiones que atañen a la arquitectura que podríamos llamar «pregótica», y que pueden no carecer de interés si las tenemos en cuenta al estudiar las construcciones de la Edad Media. Tales cuestiones podrían resumirse en los siguientes puntos:



Figura 7
Iglesia prerrománica de Santa María de Bendones. Aunque muy restaurada, la disposición del templo y de la torre exenta es la original

I. En la arquitectura anterior al gótico escasean las limahoyas, y no las hay en la del heterogéneo período que denominamos prerrománico. Cuando vemos publicadas imágenes de edificios de la Antigüedad tardía o altomedievales con limahoyas en las cubiertas, se deben siempre a reconstrucciones hipotéticas que no han tenido esto en cuenta.[12]

II. Los medios para soslayar las limahoyas son siempre los mismos: disposición de las cubiertas a diferentes alturas (figs. 2, 5B, 5C y 6) o interposición entre dos cubiertas de igual altura, perpendiculares entre sí, de un cuerpo más elevado (figs. 5D y 14).
Existe otro método aún más radical: el aislamiento de los cuerpos edificados cuyas cubiertas puedan entrar en conflicto. Además de la planta en cruz, los edificios cristianos precisan adoptar un elemento importante dentro de su programa funcional: la torre-campanario. Las dificultades que vengo refiriendo respecto a las cubiertas deben de ser la razón por la cual las torres altomedievales aparecen casi siempre separadas del edificio (fig. 7).[13] En Italia, donde nunca llegaron a adoptarse realmente muchos de los avances técnicos del gótico, la costumbre pervivió en sus numerosos campaniles exentos; pero, en los otros centros arquitectónicos del occidente cristiano, las torres entraron a formar cuerpo con los templos a los que servían cuando, con la invención del modelo del cuerpo occidental torreado (tripartito o con una sola torre), se halló una forma de incorporarlas sin crear problemas en las cubiertas.
El carácter exento de las torres altomedievales representa el caso más simple de ese otro modo de afrontar los encuentros complicados entre cubiertas: como se aprecia en el plano de San Gall, parecía mucho más factible a los maestros de la primera Edad Media, a la hora de concebir un gran plan arquitectónico, sembrar el lugar de edificaciones separadas entre sí, cada una con su propia cubierta, que concebir un conjunto compacto de difícil resolución de cara a la evacuación de las aguas. Las galerías de unión de Centula, que se han puesto de ejemplo como origen de las futuras galerías claustrales, indican la necesidad de disponer de unos pasos por los que recorrer, a cubierto, la distancia entre edificios que por necesidad debían entonces de quedar aislados.[14]

III. Hay un elemento en el que resulta muy difícil evitar los encuentros en limahoya: las galerías claustrales. Los claustros, además de otras funciones, suelen cumplir la misión de un

«impluvium», con el volcado del agua de lluvia hacia el interior del patio, donde irá a parar a un aljibe. Pero, precisamente por ser allí casi inevitables las limahoyas, los claustros pregóticos son siempre de escasa altura: así se podría acceder con facilidad a las cubiertas para su limpieza y mantenimiento. No creo que sea casualidad que, cuando el gótico ofrece nuevos y más eficaces medios para la evacuación de las aguas, los claustros aumenten su altura y multipliquen el número de sus plantas.

Otro dilema es el que plantean las estancias que rodean al claustro; de nuevo en el plano de San Gall queda muy claro que éstas, de mayor altura que las galerías claustrales, dejan libres las esquinas del conjunto con el propósito, sin duda, de no crear limahoyas a gran altura: en San Gall, las galerías claustrales son todavía pasos cubiertos para comunicar construcciones que permanecen aisladas.[15] Donde sí pueden aparecer limahoyas de difícil resolución es en los escasos templos románicos o anteriores provistos de tres naves tanto en sentido longitudinal como en el transepto: el encuentro de las naves mayores irá resuelto por el cimborrio, pero será más complicado hacer lo mismo en los de las naves menores (fig. 8), lo que no quita que existan algunos casos en los que se intenta afrontar este problema (fig. 9). De todas formas, cabe recordar que, aunque no tanto como en los claustros, las cubiertas de las naves menores siempre tendrán más fácil acceso para su conservación que las de las mayores.

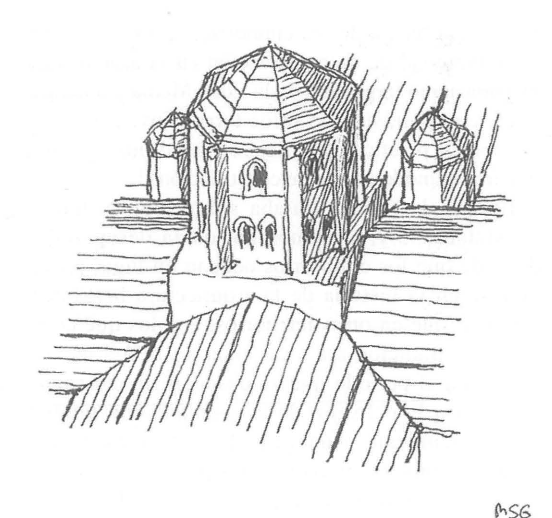


Figura 8
Crucero primitivo de la catedral de Santiago de Compostela, según Conant

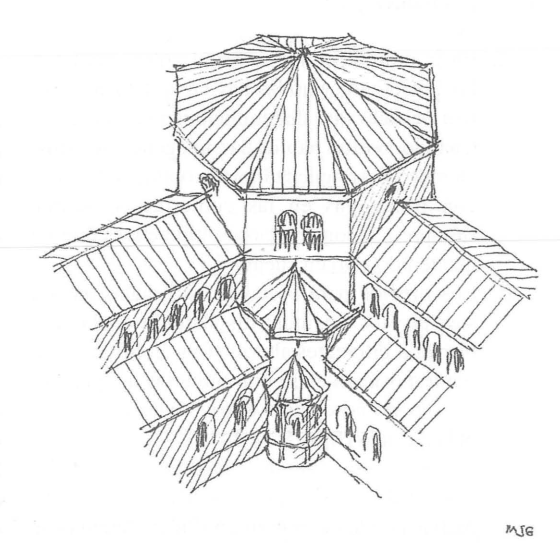


Figura 9
Crucero de Qal'at Si'man

IV. La sofisticación de los métodos de evacuación fueron los causantes de la práctica desaparición de la cornisa en el período gótico. Cuando no existían gárgolas, el alejamiento del agua de los paramentos podía confiarse sólo a una cornisa o un alero; resultaba entonces impensable coronar los muros con cresterías o antepechos, que por sí solos se convertirían en un dique para el agua.[16] En el gótico, el antepecho oculta tras de sí el canal que corre sobre el muro, canal que conduce el agua hasta las gárgolas, encargadas de expulsarla hasta donde «no haga daño».[17] Por eso el gótico mantiene muchos elementos heredados del románico, pero rechaza la volada cornisa sobre canecillos que en los siglos XI y XII —como en siglos anteriores— resultaba imprescindible.

Que la arquitectura que denominamos renacentista recupere la cornisa no se debe, muchas veces, a una recreación formal de un supuesto clasicismo, sino a la necesidad de recuperar un elemento imprescindible cuando no se tienen otros métodos para evitar que el agua resbale por los paramentos.[18] Esto último suscribiría la idea de que el Renacimiento supuso, en arquitectura, cierta regresión respecto al gótico, al menos en términos tecnológicos.[19]

V. En los edificios góticos en los que no se aplican los avances técnicos, propios de ese período, para la evacuación pluvial, siguen imperando los principios referidos respecto a la simplificación de las cubiertas y la ausencia o escasez de limahoyas. Para comprobarlo, basta con observar templos tardogóticos, ya de finales del siglo XV o principios del XVI, en los que no se utilizaron gárgolas ni canales de conducción de aguas (fig. 10). Asimismo, en pequeños templos parroquiales o edificios civiles góticos donde no era posible ejecutar todo el aparato necesario de canalizaciones y gárgolas, la cornisa sobre canecillos volvía a recuperarse (aunque ya no con la relevancia y la ornamentación que la caracterizaban en el románico) como recurso técnico.

El cimborrio

Entre todos los casos descritos, el cimborrio viene a situarse, en su origen altomedieval, entre las soluciones adoptadas en la antigua arquitectura cristiana cuando se busca compaginar la inevitable complejidad de las plantas con el buen funcionamiento de los edificios. Su lugar, en la intersección de las naves principales, hizo que fuese cobrando mayor relieve que otros de los sistemas referidos, llegando a participar efectivamente en el aspecto monumental de los templos.

Pero, antes de esa identificación total del cimborrio con su magno colofón, otras soluciones más discretas nos enseñarán mucho sobre el pasado pragmático de ese elemento. Son de gran interés las soluciones de compromiso, por ejemplo aquellas en las que se aprovecha un mayor alzado dado a la bóveda del crucero para, sin escalonamientos, evitar de todos modos los canales de las limahoyas (fig. 11). Incluso, en tiempos en los que el cimborrio era ya un elemento muy evolucionado, podemos ver en ciertas obras —poseedoras, por lo demás, de gran empaque— escuetos volúmenes que sirven a la función que vengo describiendo, mas con una parquedad que hace recordar los modelos más primitivos (fig. 12). En suma, independientemente de la ambición de lo edificado, lo que se hace en los edificios que carecen de la tecnología gótica para la evacuación de las aguas, cuando no se puede o no se quiere erigir un cimborrio es, en todo caso, evitar las limahoyas.

Hay otro tipo de cimborrio que interesa aquí especialmente, pues sirve como apoyo al argumento de que este elemento surgió a causa de las cubiertas, y

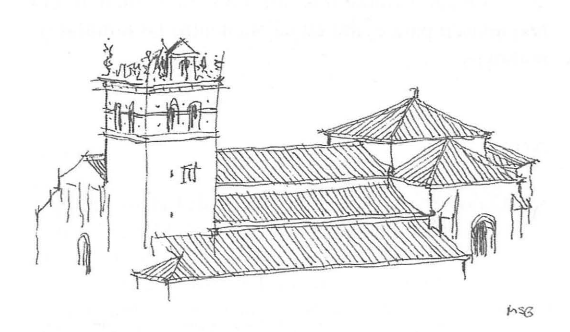


Figura 10
Iglesia jerónima de El Parral, en Segovia

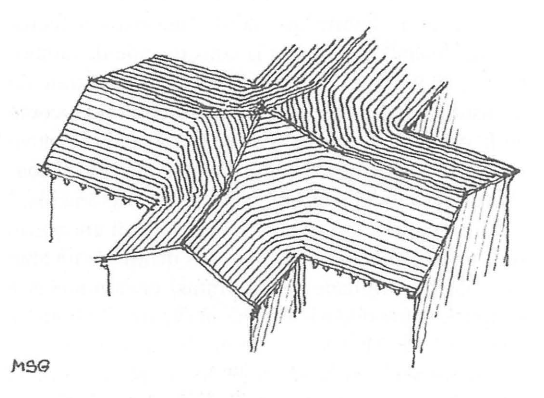


Figura 11
Crucero elevado sin cimborrio, al modo de San Martín de Castañeda

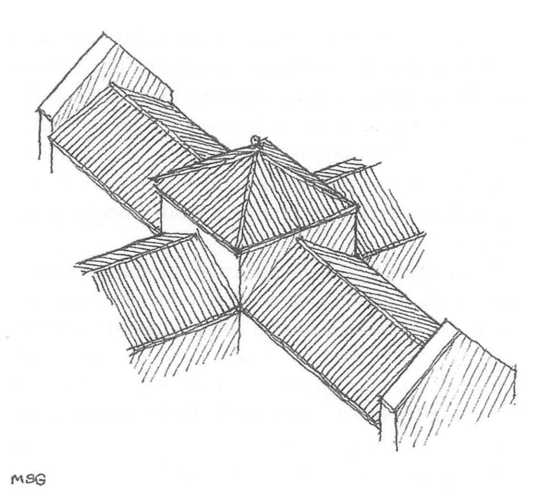


Figura 12
Crucero con pequeño cimborrio, al modo de Las Huelgas de Burgos



Figura 13
La catedral de Burgos, asomando sobre las casas de la plaza Mayor

no de la búsqueda de espacialidad o luminosidad de los interiores: se trata de los cimborrios (o seudocimborrios) que no se proyectan hacia el interior; que se erigen, a veces de forma muy espectacular, a modo de torre sobre el crucero, sin que su presencia pueda advertirse desde el interior de las naves (por ejemplo, el de Santa María de Santa Cruz de la Serós o los de los monasterios de Santes Creus y Poblet), o bien superponiéndose a una cúpula que hacia el interior tiene mucho menor alzado del que podría parecer al verla desde fuera (San Vicente de Cardona).[20] Por otra parte, no habría que perder de vista el factor práctico cuando se estudia la construcción de cimborrios tardíos sobre fábricas pregóticas, ya se trate de la sustitución de un cimborrio anterior perdido, como en la catedral de Santiago, o de su erección ex novo sobre fábricas pregóticas que habían quedado inconclusas, caso de la iglesia monástica de Sacramenia.[21]

En suma, no deberíamos olvidar que el cimborrio fue, al principio, otra solución más dentro de un abanico de posibilidades variopintas, encaminadas a simplificar los dilemas que se plantean a la hora de resolver las cubiertas. En el gótico hispánico más tardío el cimborrio seguiría erigiéndose, pero ya con el propósito confesado de ensalzar, física y simbólicamente, el lugar donde se encuentran los brazos de la cruz, y esa poderosa imagen es, como es lógico, la que predomina cuando se procede al estudio de este elemento arquitectónico (fig. 13). Pero conjuntos como la cabecera triple del templo visigodo de Santa Lucía de Alcuéscar (fig. 14) nos recuerdan que, cuando el cimborrio era casi un recién nacido y su presencia externa era aún tímida, su misión consistía en ir colocado allá donde dos naves de igual altura lo reclamasen para evitar en su encuentro las temidas limahoyas.

NOTAS

1. El primer cimborrio de la catedral de Burgos, de Juan y Simón de Colonia, se desplomó en 1539. El actual, obra de Juan de Vallejo y, quizá, Felipe Bigarny, se erigió de 1541 a 1573 (datos tomados de Chueca 1953). El cimborrio de Sevilla se comenzaba a cerrar en 1507; se derrumbó cuatro años más tarde. Se rehizo en 1519 siguiendo trazas de Juan Gil de Hontañón (Torres Balbás 1952).

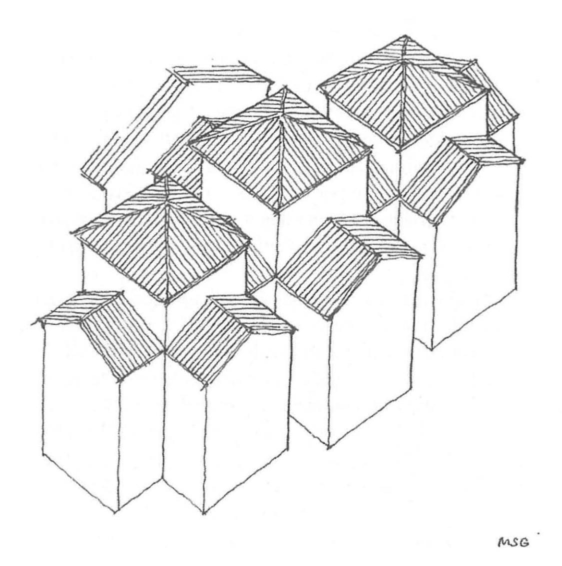


Figura 14
Esquema de la cabecera del templo visigodo de Santa Lucía de Alcuéscar

2. El segundo cimborrio sevillano (ver nota anterior) fue el que, a su vez, se hundió a finales del siglo XIX. Véanse Falcón Márquez, T. 1980. *La catedral de Sevilla (estudio arquitectónico)*. Sevilla, pp. 27 a 29 y Calama, José María y Amparo Graciani. 2000. «Sistemas de cimbrado y apeos en la restauración monumental española durante el siglo XIX». *Actas del Tercer Congreso de Historia de la Construcción*. Madrid, p. 160. La iglesia parroquial de San Miguel, en Peñaranda de Bracamonte, sufrió un incendio en 1971; tras ello, fue reconstruida por el arquitecto Fernando Pulín.
3. Los cimborrios se han llevado la mala fama, pero en realidad la época en la que tantas veces se produjo su desplome coincide con la ruina (debida asimismo al intento desmedido de batir magnitudes y, también, al costoso pero provechoso método de prueba y error) de espacios que no son precisamente cimborrios, entre los que destaca el más conocido de la catedral de Beauvais.
4. Adam (1996, 232) juzga la cubierta metálica del Panteón como algo excepcional. Quizá lo fuese al tratarse de tejas de bronce, pero creo posible que otros edificios romanos abovedados o cupulados tuviesen cubiertas de metales menos costosos y más maleables. El citado autor pasa muy rápido por el asunto de las cubiertas, donde hace referencia a las limatesas pero no a las más problemáticas limahoyas. Mucho más interesante y esclarecedora es la aportación de Choisy, quien sí se refiere a los recubrimientos que podía recibir el trasdós de una bóveda romana: según los casos, planchas metálicas, tejas o el mismo hormigón, protegido por una capa de mortero o por teselas (Choisy 1999, 84 y 88–90).
5. Otra importante consecuencia de la ausencia de metalurgia en la alta Edad Media fue, por ejemplo, la falta de herramientas para la labra de la piedra, lo que condujo a la inexistencia en ese tiempo de escultura pétrea monumental, al empleo generalizado de sillarejo y mampostería o a la frecuente inclusión en obras de nueva planta de materiales —columnas, sillares— reaprovechados (véase Sobrino González, Miguel. 2002. *La piedra como motivo de la arquitectura*. Cuadernos de arquitectura. Madrid: Instituto Juan de Herrera).
6. García y Bellido, Antonio. 1990 [1971]. *El arte romano*. Madrid: C.S.I.C., pp. 392 a 394.
7. Quizá pueda verse en el recubrimiento metálico que trasdosa las bóvedas de Santa Sofía un trasunto de uno de los posibles tratamientos que recibirían las bóvedas y cúpulas trasdosadas del mundo romano.
8. Los templos bizantinos de Salónica se cubren con tejados, mientras Santa Sofía lo hace con planchas metálicas. Bóvedas trasdosadas occidentales había hasta las últimas restauraciones en los absidiolos laterales de San Juan de Poitiers, en San Esteban de Viguera o, ya en el siglo XII, en el ábside de San Quirce de Hontoria. Es curioso comprobar que lo que se dice aquí de la arquitectura cristiana podría aplicarse así mismo a la islámica: en las construcciones del Islam occidental es muy raro encontrar cúpulas trasdosadas, si no son las de los baños, donde el vapor de agua echaría a perder la madera. Cúpulas islamizantes trasdosadas son, en España, la de la capilla de San Jerónimo en la toledana Concepción Francisca, las de las naves de Santa María de Lebrija o la de la qubba del castillo de Jerez de los Caballeros, entre otras.
9. La arquitectura prerrománica viene asociada desde los estudios clásicos al «espacio compartimentado»; pero no debe confundirse, como pasa a veces, la compartimentación procedente de la misma estructura arquitectónica —«A cada división en planta corresponde un techo distinto, una estructura autónoma», dice Chueca (1981, 84) sobre la iglesia de Santiago de Peñalba— con la división espacial que impone, por ejemplo, un iconostasio: en la arquitectura medieval, tanto religiosa como civil, los grandes espacios que hoy solemos ver diáfanos se encontraban, como corresponde a edificios en uso, divididos por canceles, tabiques, cortinas o pantallas de arcos. Esto sucede en edificios sin especial compartimentación estructural, como San Miguel de la Escalada.
10. El transepto más alto que la nave mayor es frecuente en el prerrománico (San Julián de los Prados, San Juan de Poitiers, abadía de Montecassino) y más raro en el ro-

mánico o en el gótico (catedrales de Trani y de Silves). El transepto más bajo que la nave mayor también abunda en el prerrománico (San Lorenzo de Bradford-on-Avon, Santa Cristina de Lena, Santa María de Lebeña) y sigue dándose en edificios románicos que no tienen cimborrio (San Isidoro de León, iglesias monásticas de Santa María de Palazuelos, Pontigny, Sénanque y St. Guilhem-le-Désert).

11. Fue una investigación en colaboración con Ángela Franco Mata, conservadora de Antigüedades Medievales del Museo Arqueológico Nacional, a través de la cual descubrimos la procedencia —el monasterio burgalés de San Pedro de Arlanza— de unas dovelas angreladas depositadas en el almacén del museo (posteriormente, José Miguel Merino de Cáceres aportaría una reconstrucción metrológica del cimborrio). A raíz de la publicación de nuestras conclusiones, tuve la oportunidad de esbozar algunas ideas que desarrollo algo más en el presente artículo (Sobrino 2001).
12. Algunos ejemplos de limahoyas incorrectas, siempre dibujadas como parte de hipótesis reconstructivas, son las que aparecen en los laterales de San Juan de Baños (Caballero 2000, 131), en la antigua San Pedro de Roma, en la abadía de Corvey (Conant 1991, 40, y 66 y Barral 2002, 146) o en el palacio de Hingelheim (Conant 1991, 61 y Corboz 1970, 5). Especialmente incomprensible es la ausencia del cimborrio en San Gall en las por lo demás magníficas reconstrucciones debidas a los estudios de Horn y Born (Price 1982, 23, 25, 26, 29 y 95 a 100): en ellas se reconocen como de mayor grosor los pilares del crucero de San Gall —sobre todo porque la separación entre ellos, a diferencia del resto de los tramos de la nave mayor, dibuja claramente un cuadrado—, y así lo reflejan sus recreaciones dibujadas, pero dejando en el interior del crucero un absurdo remate truncado, en vez del lógico cimborrio (Price 1982, 21).
13. Cuando las iglesias prerrománicas tienen campanarios adosados, como en San Miguel de la Escalada, en San Pedro de Vienne o en Mistail, éstos suelen deberse a adiciones posteriores (Corboz 1970, 54, 74-75 y 146 a 154).
14. No comparto la opinión de quienes ven en el plano de San Gall una reminiscencia del antiguo urbanismo en cuadrícula, al modo hipodámico. A mi juicio, lo que se advierte en San Gall es la incapacidad de la época para organizar un conjunto complejo de forma compacta. Que el plano sea regular es lo lógico teniendo en cuenta que se trata de una representación ideal: la orografía y otras contingencias se ocuparían, de haberlo puesto en práctica, de romper esa regularidad, que suele ser lo más cómodo sobre el papel, pero lo menos factible sobre el terreno.
15. En los primitivos monasterios irlandeses se supone que los caminos que comunicaban las diferentes edificaciones podían ir cubiertos con pórticos de materiales ligeros; en el plano de San Gall también parecen pasillos cubiertos los que unen la iglesia con los campanarios exentos. Sería interesante dibujar el progresivo «apelmazamiento» de los conjuntos monásticos, en un trayecto que iría desde el plano ordenado pero disperso de San Gall, pasando por la planta «en peine» de los cenobios cistercienses, hasta llegar al complejísimo y compacto conjunto de, por ejemplo, San Lorenzo de El Escorial.
16. Hay que apuntar que la gárgola no aparece en la arquitectura cristiana hasta el período gótico, pero que su utilización era frecuente desde hacía siglos en la islámica. El uso de gárgolas va asociado al de los antepechos, como coronación dentada en forma de abeto (mezquita de Córdoba) o en los remates almenados de las torres defensivas. Esto último plantea una cuestión relevante, cuyo conocimiento evitaría muchos errores cometidos en intervenciones modernas sobre antigua arquitectura fortificada: cuando las torres defensivas tienen gárgolas, pueden prescindir de la cubierta, siempre que posean bóveda de fábrica sobre la que asentar la azotea (torres de la Alhambra, torre de Juan II en el alcázar de Segovia); también pueden permanecer sin cubiertas cuando el antepecho almenado no cierra todo su perímetro (murallas de Ávila); pero si el almenado flanquea toda la torre y ésta carece de gárgolas de evacuación (no digamos ya si su estructura interior es de madera), entonces sin duda habría de ir cubierta con su correspondiente tejado, aunque esto contradiga ciertos tópicos sobre el aspecto que deben tener las torres de una muralla o un castillo.
17. Simón García dibuja la gárgola «para que el agua no aga (sic) daño» (García, Simón. 1941 [1681]. *Compendio de architectura y simetría de los templos*. Publicación de José Camón. Universidad de Salamanca, p. 68).
18. Todo esto puede hacer recordar uno de los más conocidos brindis al sol del Movimiento Moderno: la *muerte de la cornisa*. Conviene leer al respecto «Esos feos correones», sobre los problemas de humedad del Centro Gallego de Arte Contemporáneo (Tusquets, Óscar. 1998. *Todo es comparable*. Barcelona: Anagrama, pp. 126 a 134), así como observar la suerte que corren en los días de lluvia las fachadas carentes de cornisa (en Madrid, por ejemplo, la rotonda de la ampliación del Senado que da a la calle Bailén).
19. En España, la arquitectura renacentista tardó mucho en renunciar a los avances tecnológicos del gótico, entre los que se encuentra el uso de gárgolas. Incluso en las construcciones civiles, que no suelen poseer el aparato estructural abovedado propio del gótico, no es raro encontrar series de gárgolas (ayuntamiento de Uncastillo, palacio de los Guzmanes en León).

20. Los cimborrios también podían servir como base de una torre de campanas, como en San Pons de Corberá de Llobregat o en San Pedro de Camprodón. No se ha encontrado aún una explicación satisfactoria para el uso original de las cámaras altas alojadas en el interior de algunos cimborrios. La que existía sobre el de San Martín de Frómista (eliminada en la restauración) podría aportar algunas pistas, aunque fuese de fecha posterior, sobre la funcionalidad de esos espacios; también sería interesante ponerlas en paralelo (cosa que, que yo sepa, no se ha hecho) con las enigmáticas cámaras altas del prerrománico asturiano. Todo ello también debería inducir a reflexiones acerca de una expresión recurrente, aplicada sobre todo a la arquitectura románica: la supuesta «sinceridad de volúmenes». La sinceridad es una cualidad consciente, y en esa arquitectura lo que realmente hay entre espacios y volúmenes es correspondencia, debida a la configuración maciza del espacio entre bóvedas y cubiertas. Que esa característica acabe convirtiéndose en cualidad no debe llevarnos a engaño acerca de una supuesta intención de sinceridad por parte de los constructores anteriores al gótico: estas cámaras ocultas y cimborrios sin apariencia interna ayudan a desmentir una idea concebida, sin duda, a posteriori.
21. Sobre el monasterio de Sacramenia, véase Merino de Cáceres, José Miguel. 2003. *El monasterio de Santa María de Sacramenia*. Segovia: Fundación Vallelongo.

LISTA DE REFERENCIAS

Adam, Jean-Pierre. 1996. *La construcción romana. Materiales y técnicas*. León: Editorial de los Oficios.

Arias, Fernando. 1999. *Prerrománico asturiano. El arte de la monarquía asturiana*. Asturias: Trea.

Barral i Altet, Xavier. 2002. *La alta Edad Media. De la Antigüedad tardía al año mil*. Barcelona: Taschen.

Caballero Zoreda, Luis. 2000. Posibilidades de la Arqueología de la Arquitectura. A propósito del estudio de la primera arquitectura abovedada altomedieval de la Península Ibérica. En *Actas del Tercer Congreso de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Choisy, Auguste. [1873] 1999. *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Chueca Goitia, Fernando. 1953. *Arquitectura del siglo XVI*. (Ars Hispaniae). Madrid: Plus-Ultra.

Chueca Goitia, Fernando. [1947] 1981. *Invariantes castizos de la arquitectura española*. Barcelona: Dossat.

Chueca Goitia, Fernando. [1964] 2001. *Historia de la arquitectura española. Edad Antigua. Edad Media*. Ávila: Fundación Cultural Santa Teresa.

Cirici, Alexandre.1968. *Arquitectura gótica catalana*. Barcelona: Lumen.

Conant, Kenneth John. 1991. *Arquitectura carolingia y románica 800/1200*. Madrid: Cátedra.

Corboz, André. 1970. *Haut Moyen Age*. Fribourg: Office du Livre.

Erlande-Brandemburg, Alain. 1983. *El arte gótico*. Madrid: Akal.

Horn, Walter y Ernest Born. 1979. *The plan of St Gall*. Berkeley: University of California press.

Krautheimer, Richard. 1993 . *Arquitectura paleocristiana y bizantina*. Madrid: Cátedra.

Navascués Palacio, Pedro. 1987. La restauración monumental como proceso histórico: el caso español, 1800–1950. En *Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos,* ed. Por A. J. Más-Guindal. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Olaguer-Feliú, Fernando de. 1989. *El arte medieval hasta el año mil*. Madrid: Taurus

Oursel, Raymond. 1964. *Univers roman*. Fribourg: Architecture Universelle, Office du Livre.

Price, Lorna. 1982. *The plan of St Gall in brief*. Berkeley: University of California press.

Sobrino González, Miguel. 2001. A propósito de la obra gótica de San Pedro de Arlanza. Glorias y desgracias de los cimborrios. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 19. Madrid: Ministerio de Cultura.

Torres Balbás, Leopoldo. 1952. *Arquitectura gótica*. Ars Hispaniae. Madrid: Plus Ultra.

Torres Balbás, Leopoldo. 1996. Los cimborrios de Zamora, Salamanca y Toro. *Sobre monumentos y otros escritos*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2000. Las bóvedas altomedievales en la Península Ibérica. En *Actas del Tercer Congreso de Historia de la Construcción*, vol 2. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Evolución histórica de la morfología urbana y la tipología constructiva en el altiplano granadino

Francisco Javier Suárez Medina
Francisco Antonio Navarro Valverde
Ana Isabel Ortiz Serrano

Se presenta un resumen de nuestro trabajo en la catalogación y estudio de los elementos constructivos y arquitectónicos representativos de las distintas etapas históricas en la formación de los núcleos urbanos de la comarca granadina conocida como «El Altiplano», publicado en septiembre de 2001 por la Diputación de Granada.

Se presenta el estudio de los núcleos urbanos del altiplano granadino, atendiendo a su emplazamiento, evolución histórica y formación de barrios, morfología urbana y tipologías constructivas.

Se establecen características generales de la zona, mediante el análisis de las distintas morfologías urbanas (área troglodita, trazado medieval y morisco, trama moderna, ensanches del siglo XIX...), tipologías constructivas (la cueva, la casa-cueva, la casa morisca, la casa de pueblo, la casa hidalga, el cortijo, la posada...), y construcciones singulares (fuentes, lavaderos, baños, balsas, acequias, aljibes, eras, molinos, palomares, caleras,...), previamente catalogadas, incluyendo una descripción de los distintos elementos constructivos, y relacionadas con las distintas etapas y acontecimientos históricos.

La ponencia incluye la representación cartográfica de las distintas etapas de formación de los núcleos y de las distintas áreas según su morfología urbana, así como un reportaje fotográfico de los elementos catalogados.

Introducción

La comarca del Altiplano se sitúa en el nordeste de la provincia de Granada. Como su propio nombre indica, se identifica por su elevada altitud y su carácter llano, estando constituida por la Hoya de Baza, como zona más deprimida, rodeada esta por ramblas y barranqueras que la ponen en contacto con el altiplano propiamente dicho, que a su vez esta bordeado por una serie de sierras. Conforman el altiplano los municipios de Baza, Benamaurel, Caniles, Castilléjar, Castril, Cortes de Baza, Cuevas del Campo, Cúllar, Freila, Galera, Gor, Gorafe, Huéscar, Orce, Puebla de Don Fadrique y Zújar.

Se pueden considerar como factores condicionantes de la ubicación de los núcleos de la comarca los siguientes: el ser zona de paso entre el levante y el sur peninsular, como en el caso de Baza, Gor, Cúllar...; la proximidad a ríos que presentan corrientes continuas todo el año permitiendo el riego de vegas, como Benamaurel y Cortes de Baza; así como el tratarse de una antigua «zona de frontera», lo que determinó la ubicación en zonas de altura y serranía para favorecer una actitud defensiva, como es el caso de Castril de la Peña.

Las margas, yesos y conglomerados de las ramblas y barranqueras, junto con la aridez y el contraste de temperaturas diurnas y anuales, han contribuido al desarrollo en la comarca de un hábitat muy peculiar, el troglodita. La climatología ha influido igualmente

en el desarrollo de una tipología edificatoria específica, la vivienda serrana, aislada del exterior mediante reducción de vanos y huecos, y provista de complejos sistemas de canalización y almacenamiento de agua, algunos de ellos existentes ya en la época de los antiguos poblados ibéricos.

La historia ha sido un factor decisivo en la configuración de la trama urbana de los pueblos de la comarca. Con la llegada de la cultura musulmana en el siglo VIII, los asentamientos adoptan gran parte de su morfología actual, con calles tortuosas y estrechas, y manzanas pequeñas, proliferando las construcciones relacionadas con la cultura del agua, baños, balsas, acequias, pozos, fuentes..., constituyéndose la mezquita como centro del poder religioso y la alcazaba como centro del poder político y militar, este último de mayor importancia, al situarnos en el medioevo en una «zona de frontera».[1] La conquista castellana, en un primer momento, y la expulsión de los moriscos, después, hace que aparezcan nuevos elementos constructivos, conviviendo o sustituyendo a los existentes; así la iglesia y los conventos sustituyen a la mezquita, la casa consistorial y la casa señorial a la fortaleza; muchas acequias, balsas y baños árabes se abandonan y destruyen, y se construyen pósitos, y abrevaderos, pozos y majadas trogloditas para el nuevo ganado castellano (la oveja segureña); la población morisca se asienta en un primer momento en las periferias de los núcleos, surgiendo el troglodítismo; el plano en cuadrícula se establece junto al irregular musulmán, aunque con poca incidencia a causa del nulo crecimiento poblacional en estos siglos. Las desamortizaciones decimonónicas aumentan las tierras en cultivo, incrementando la población y el troglodítismo, y generando los «ensanches» en Baza, Caniles y Huéscar. La población burguesa construye los caserones mientras que la población jornalera se refugia en las cuevas. En el siglo XX, la emigración que padece la comarca en las décadas de los 60 y 70, provoca el abandono de gran cantidad de aldeas y barrios trogloditas.



Figura 1
El altiplano granadino

Evolución histórica de la morfología urbana

Morfología medieval musulmana

Aunque se conoce el origen ibérico o romano de todas las poblaciones de la comarca, será a partir de la época medieval cuando comiencen a trazarse los núcleos urbanos tal y como hoy se conocen. De esta época son características las callejuelas estrechas y sinuosas, formando manzanas pequeñas. Se trata de un crecimiento en yuxtaposición sin orden ni lógica aparente, pero obedeciendo en realidad a un propósito consciente de intimidad y lucha contra el calor. El principal exponente de este plan es el «adarve» o «azucaque», introduciéndose en las manzanas para dar acceso a las numerosas y pequeñas viviendas que las forman, y a los que se accede con frecuencia mediante pasadizos. En los núcleos de Baza y Zújar se encuentran numerosos ejemplos de adarves o azucaques.

La ciudad medieval musulmana se estructura en medina y arrabales. La medina, ciudad amurallada, abarca el núcleo político-militar (alcazaba), comercial (zoco), religioso (mezquita) y administrativo, con diversas puertas de acceso, nombradas según el camino al que se orientan, como la Puerta o Arco de Baza, en Orce. Ejemplos de medinas se encuentran en Baza y Orce, conservándose restos de la alcazaba en todos los asentamientos urbanos de la comarca. Así, por ejemplo, los fosos de la alcazaba de Baza, actualmente vías, se denominan Cava Alta y Cava Baja. Las torres y murallas se aprovecharon posteriormente para apoyar en ellas casas o para realizar en su interior viviendas. Los arrabales, o barrios a extramuros, como los de Baza, Orce y Caniles, disponen de su propia mezquita o rábita, que era el pun-

to de confluencia, y que posteriormente se convirtieron en iglesias o ermitas, además de sus propios comercios.

En el urbanismo medieval musulmán, los barrios tienen una gran importancia, configurándose como entes autónomos en los que habitan cada uno de los diferentes clanes o etnias; los barrios de la medina son normalmente ocupados por las familias musulmanas que ostentan el poder económico, político y religioso; los barrios de los arrabales, son con frecuencia mozárabes y judíos, como los situados en Baza y Gor, con su aljama o sinagoga, o de nueva población.

Superposición urbanística cristiana

La conquista castellana y la posterior expulsión de los moriscos, genera un vacío urbano en el núcleo medieval, que es aprovechado por los repobladores. No se produce por tanto la yuxtaposición de una nueva ciudad renacentista, sino la superposición de elementos urbanísticos como consecuencia del cambio de civilización; aparecen nuevos edificios religiosos (iglesias) y civiles (ayuntamientos y casas señoriales), y nuevos espacios públicos (la plaza mayor o la plaza del pueblo), que se insertan en el antiguo trazado medieval, sustituyendo a los existentes, y centralizando la vida de los nuevos habitantes. Por otro lado, se disponen vías y manzanas más amplias, viviendas de mayor tamaño, y una red viaria más regular, aunque en la mayoría de los núcleos, la pendiente del terreno y lo irregular del trazado existente impida la total regularidad de calles y manzanas. La segregación de las etnias no dominantes a las periferias, genera los barrios de la morería[2] en los antiguos arrabales medievales, que se tratan de castellanizar y cristianizar. Por tanto, la trama ortogonal se presenta poco desarrollada en los núcleos del altiplano granadino, con la bella excepción del núcleo urbano de Galera, en él que debido a su trágica historia de aquellos años, el núcleo medieval fue despoblado por completo, yuxtaponiéndose a él un trazado nuevo, en él que se pueden observar en toda su pureza las características de la ciudad renacentista.

Las iglesias, edificadas todas ellas sobre las antiguas mezquitas, estructuran la ciudad y los barrios de arrabales, cristianizando a la población morisca, a lo que contribuye igualmente el establecimiento de conventos de religiosos (franciscanos, jerónimos, etcétera). Presentan numerosos elementos mudéjares,[3] góticos, renacentistas y en algunas de ellas se construyen posteriores capillas para albergar imágenes barrocas. Las ermitas, muchas de ellas antiguos morabitos, y las que no lo eran, realizadas durante el fervor religioso del período barroco, se ubican en las afueras de los pueblos, junto a los caminos principales, constituyéndose en lugares de reunión. Las plazas en las que se ubican las iglesias, conforman el elemento central del barrio y del núcleo urbano, al celebrarse en ellas los mercados, las fiestas e incluso las corridas de toros, además de establecerse la Casa señorial y la Casa Consistorial. Mientras que las plazas de las ciudades mayores se amplían, como es el caso de la Plaza Mayor de Baza, en los pequeños pueblos o aldeas se configuran nuevas, como las de Orce, Galera o Cúllar, bien por no poseerlas anteriormente, o para diferenciar en mayor medida el viejo poblado medieval-musulmán del nuevo poblado renacentista-cristiano.

Ensanche contemporáneo

El desarrollo industrial experimentado en la comarca durante el siglo XIX, origina en los núcleos la aparición del «ensanche urbano», a partir de la creación de un viario más ancho y regular, y la disposición de avenidas y alamedas, y otros elementos estructuran-



Figura 2
Iglesia mudéjar de Santiago en Baza

tes de la época como las fábricas, por ejemplo la remolachera de Zújar, o las estaciones de ferrocarril, como en Baza. Igualmente, la desamortización de terrenos eclesiásticos, supone la edificación de viviendas nuevas, de mayor altura, en los huertos existentes en el interior del casco urbano. Es un caso singular en la comarca el ensanche de Caniles, consistente en un trazado en cuadrícula de calles largas, anchas y rectas, que recorren el núcleo de norte a sur, consecuencia del crecimiento económico del pueblo durante el siglo XIX, a causa, en un primer momento, del auge del cultivo de la vid, y posteriormente, del cultivo de la remolacha azucarera.

El hábitat troglodita

La trama urbana en los barrios trogloditas aprovecha la topografía abarrancada de las laderas, presentando una estructura anárquica e irregular, utilizando las ramblas y cañadas como vías de acceso. Generalmente el hábitat troglodita se asienta en la periferia del núcleo urbano, con la excepción de pueblos como Cuevas del Campo y Castilléjar, totalmente excavados.

La toponimia de los barrios trogloditas, en numerosas ocasiones, ofrece indicios de que hubo cuevas en la comarca ya en época medieval, o si acaso, durante el siglo XVI. Los asentamientos trogloditas medievales, por su proximidad a las zonas de cultivo, están muy vinculados a las labores agrarias. Es en la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, cuando se desarrolla plenamente el hábitat troglodita, debido a la puesta en cultivo de tierras en los diferentes municipios, favorecida por las sucesivas desamortizaciones, junto a las épocas de sequía especialmente intensas en el Levante peninsular, lo que genera en la comarca una fuerte inmigración.

Desarrollo urbano en el siglo XX

Durante el siglo XX se incorporan al desarrollo urbano nuevos elementos constructivos, como la casa-cueva, las viviendas adosadas de una planta de las décadas 50 a 70, las viviendas unifamiliares aisladas y adosadas de finales del siglo, los bloques plurifamiliares, y las naves agroganaderas e industriales.

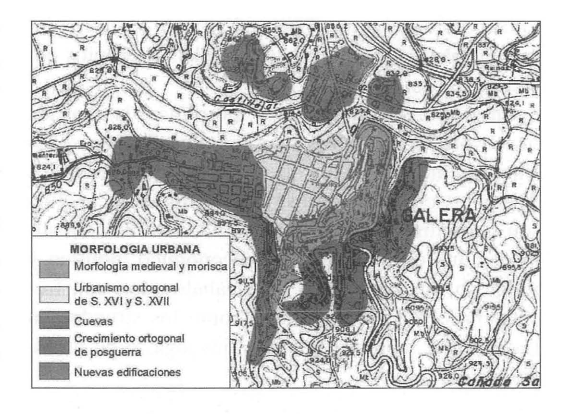


Figura 3
Trama urbana en Galera

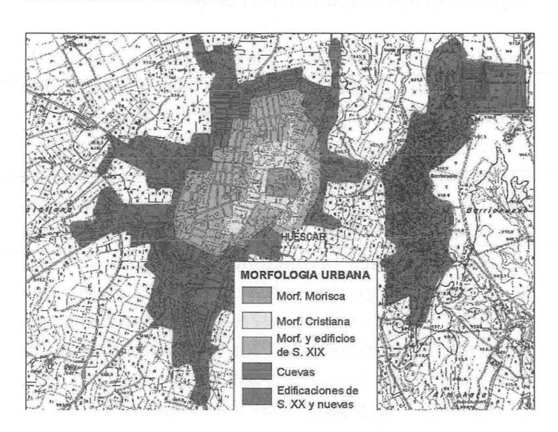


Figura 4
Trama urbana en Huéscar

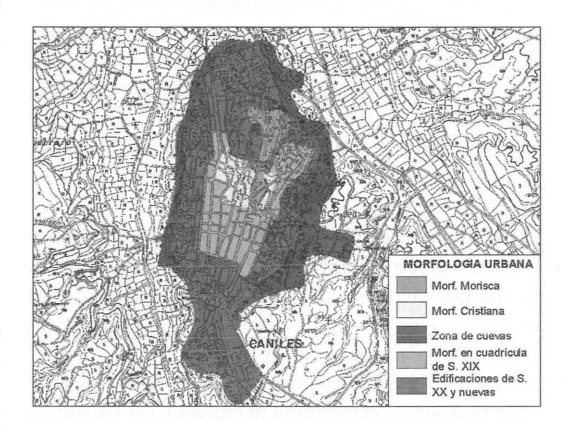


Figura 5
Trama urbana en Caniles

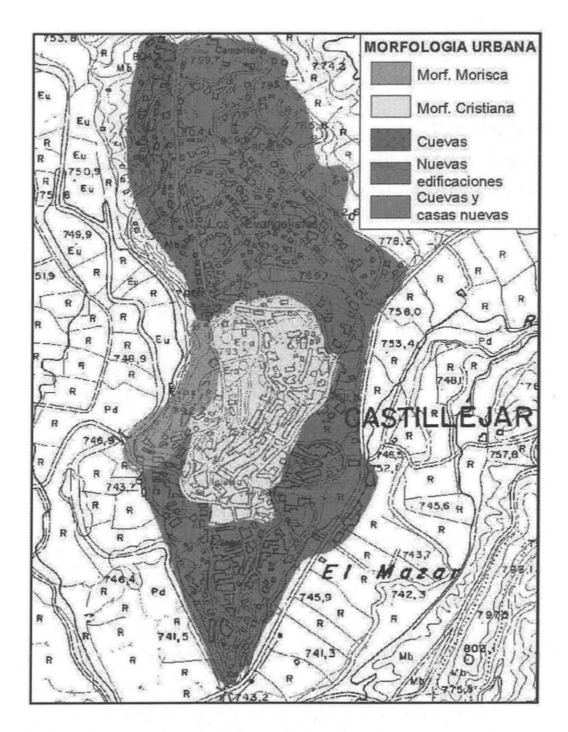


Figura 6
Trama urbana en Castilléjar

TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

La vivienda morisca

La vivienda morisca es de dimensiones reducidas, generalmente de una o dos plantas, con pocos huecos en su fachada. Se distribuye en torno a un patio central, con galería en la planta alta que se abre con balaustrada de madera y comunica con habitaciones de cielo raso en forma de artesonado. Su estructura es de ladrillo, posteriormente enfoscado y blanqueado.

Elementos constructivos frecuentes en la vivienda morisca son el «saledizo» y las «algorfas». El saledizo es un balcón de gran dimensión en voladizo, cuyo objeto es el de aumentar el reducido espacio de las viviendas, llegando casi a unirse en la parte alta de las estrechas callejas. Las «algorfas», llamadas «sobrados» por los cristianos, son cámaras altas o, más frecuentemente, habitaciones sobre arcos entre dos casas, que a veces servían de apoyo a paredes poco

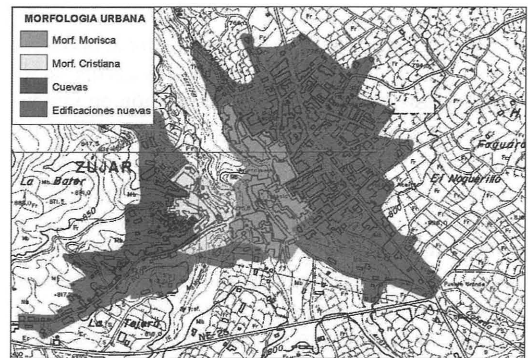


Figura 7
Trama urbana en Zújar

sólidas. Actualmente se conservan algunos de estos elementos, si bien no todos se construyeron en época árabe, ni siquiera morisca. Ejemplos de vivienda morisca se encuentran aún hoy día en Baza y en Zújar. En Baza, en las antiguas Carnicerías (1568), con grandes y bien trabajadas zapatas de madera que sostienen el suelo de la galería, cubierta con teja árabe y dos columnas de madera en la parte abierta a la calle. En Zújar se conservan aún muchas de las 480 viviendas existentes en 1571 correspondientes a familias moriscas.

La casa señorial

Se trata de la residencia de las familias aristocráticas que acompañaban a los Reyes Católicos durante la Reconquista. Se configura como el edificio que centraliza el poder político del pueblo, residencia del noble que vela por los pobladores del lugar. Se sitúa en la plaza o vía principal, siempre próxima a la Iglesia, y cuando no, con oratorio propio en el interior de su recinto. Es una construcción de gran solar, que se asemeja a un palacio, aunque con marcada influencia rústica y local. Dispone de dos o tres plantas de altura. La fachada principal suele presentar portada clasicista, con vanos de considerable tamaño, decorados con figuras geométricas, distribuidos de forma regular, variando su proporción de una planta a otra. La puerta principal de entrada es un gran portalón de madera. Los materiales empleados

en su construcción son fundamentalmente el sillar pétreo o el ladrillo para los muros, la madera para la carpintería exterior, y la forja para los cerramientos de ventanas.

La casa señorial dispone de un gran número de dependencias, muchas de ellas de marcado carácter individual; en la planta baja presenta una amplia cocina con horno y gran chimenea; una escalera de grandes proporciones da acceso a la planta primera donde se distribuyen numerosos dormitorios; en la planta superior suele presentarse una cámara. Algunas poseen también un torreón lateral de considerables proporciones; por la parte trasera dispone de un gran corral, con caballerizas, y aposentos para los sirvientes. Constituyen ejemplos de casas señoriales en la comarca, la casa de los Enríquez en Baza, y la Casa del Duque de Abrantes y de los Marqueses de Dos Fuentes en Orce.

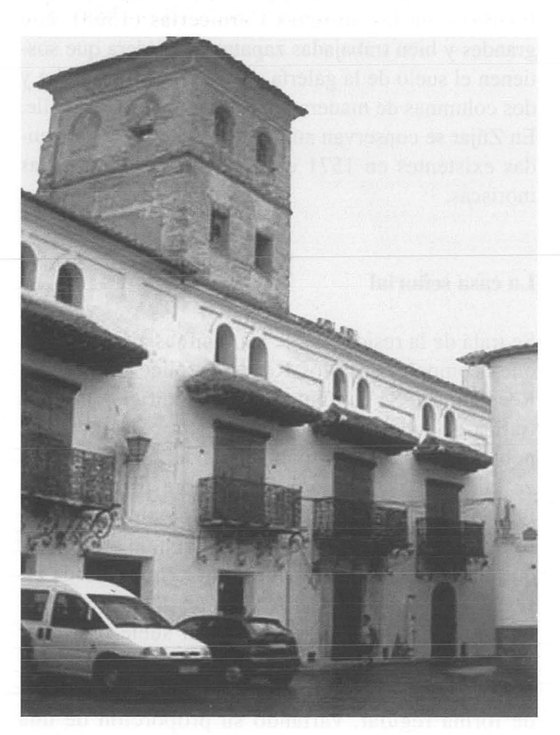


Figura 8
Palacio de los Marqueses de Dos Fuentes en Orce

La vivienda troglodita

La excavación de la cueva, se realizaba por los miembros de la familia que la habitaría posteriormente. En primer lugar se excavaba un gran túnel en profundidad, perpendicular a la ladera, aprovechando los niveles litológicos más coherentes como techo. A continuación se realizaba un túnel en paralelo a la ladera. El material que se extraía se iba aposentando delante de la excavación, allanando el terreno para realizar la futura placeta, con funciones de era. La cueva es una construcción nunca terminada, y susceptible de ampliación, mediante la excavación de nuevas habitaciones, si las necesidades familiares así lo requieren. Al techo se le da forma cimbreada buscando un mejor comportamiento estructural, con la excepción de las cuevas de Galera, en las que debido a la presencia de estratos yesíferos de gran competencia, el techo se deja totalmente plano. A continuación, se elaboraba la fachada, y más tarde se excavaba la chimenea, a la que se daba forma serpenteante para evitar que piedras u otros objetos pudieran caer en la comida. También se excavaban pequeños vanos, situados anárquicamente en la fachada, que se completaban con una puerta de doble hoja en altura funcionando la superior como ventana. No existían puertas interiores, tan solo cortinas. En el «tejado natural» de la cueva se realizaban pequeños surcos que canalizaban el agua de lluvia hacia los lados, evitando la formación de goteras y derrumbes. En el rellano que antecedía a la entrada se solían instalar «tinaos» de esparto, aleros de ramas o tejas, que preservaran un poco la fachada de las inclemencias del tiempo.

La fachada se pintaba con cal mezclada con tierra. El suelo era variado (tierra, yeso, cemento, losetas, empedrados ó mosaicos), dependiendo de los recursos económicos de la familia. En las cuevas de familias económicamente más pudientes, se colocaban contrafuertes en la fachada principal, y los vanos y ventanas se hacían más amplios y con mayor decoración, estando el interior «enlucido».[4] En muchas de estas cuevas, las mejor elaboradas, aparecen dos plantas, destinándose la inferior para bodega, y excepcionalmente en Galera, la parte superior se destinaba a pajar o granero.

La distribución interior de la cueva, a grandes rasgos, es la siguiente: en la entrada aparece el distribuidor o dependencia principal, en la que la familia pa-

saba la mayor parte del tiempo, que hacía también función de cocina, con chimenea de grandes dimensiones, en cuyo interior era frecuente ubicar el horno de pan; a medida que nos adentramos en la cueva, las habitaciones son más pequeñas y más bajas; generalmente frente a la entrada y al fondo de la cueva, se situaban las cuadras y el pajar;[5] a ambos lados de la cocina, se disponen los dormitorios; y por último, existía algún pequeño cuarto de «enreos».

El no responder la cueva a las exigencias de higiene y confort actuales, (luz eléctrica, agua potable, alcantarillado, tráfico rodado, etcétera), además de la fortísima emigración padecida por los pueblos de la comarca, generó recientemente un claro proceso de abandono de aquéllas, al que ha seguido en la actualidad, un proceso de transformación de la cueva en casa-cueva mediante el añadido de pequeñas edificaciones adosadas en las que se ubican los aseos, enfoscado de paramentos, disposición de solería... etcétera, constituyéndose en segunda vivienda familiar.

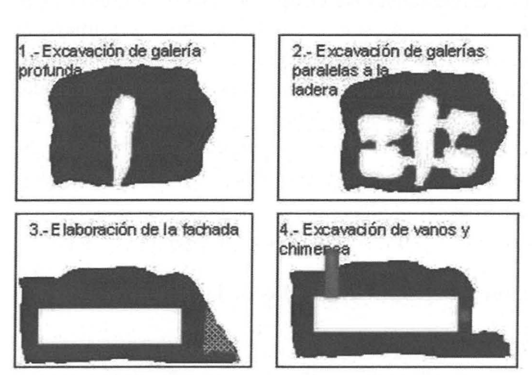


Figura 9
Proceso de elaboración de vivienda troglodita

Figura 10
Distribución interior en vivienda troglodita

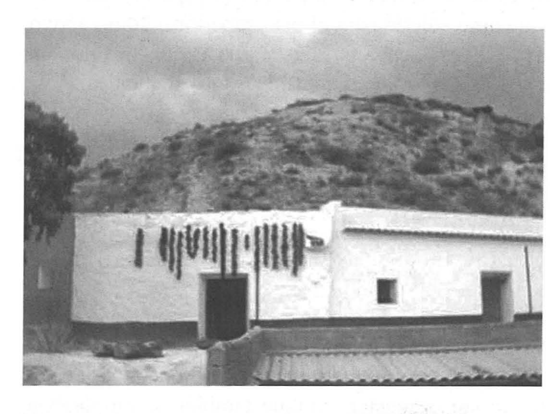


Figura 11
Fachada de vivienda troglodita en Cortes de Baza

La vivienda serrana

En las aldeas y cortijos de la Sierra de Baza, hoy convertidos en ruinas en la mayor parte de los casos, existe un tipo de arquitectura popular rica en valores estéticos y soluciones constructivas, con profundas raíces históricas y culturales, ya que se originan tras el refugio de la población morisca en la sierra tras la conquista castellana. Emplea materiales como la piedra del lugar para sus muros, la madera, y la «launa» (filitas), o las lajas de esquisto (pizarras) para sus cubiertas, integrándose de una forma perfecta en el paisaje serrano. Se distinguen hasta dos tipos de variantes: a) las construcciones de zonas en las que dominan los micasquistos, que poseen cubiertas de «pizarra»; y b) en las zonas en las que predominan calizas, dolomías y filitas, los terrados o cubiertas se hacen de launa o «tierra roja»(filitas trituradas), aprovechando su poder impermeabilizante.

Los muros de estas casas serranas son muy gruesos, con las piedras trabadas de barro y sin cimenta-

ción. En sus esquinas se colocaban unas piedras largas y del mayor canto posible, que recibían el nombre de «trabas». En estos muros se iban dejando los huecos de puertas y ventanas, a medida que se levantaban, y en la coronación se apoyaba el forjado, realizado con madera y «asfalgias» (rollizo de gran diámetro, partido diametralmente por la mitad), continuando con el «teillo» (listón de madera o trozo de pizarra) y terminando con el «malhecho» (capa de barro de unos diez centímetros de espesor), que servía como solería para el piso superior o como apoyo del faldón de cubierta. Las ventanas que se abren en estos muros son de dimensiones muy reducidas, y escasas en número, tanto para evitar las pérdidas de calor del interior de las viviendas, como para salvar la dificultad técnica de tratarse de muros de carga con fuertes presiones verticales. Las puertas, también de dimensiones reducidas, se presentan divididas en dos mitades. En algunas viviendas es característico el «mirador» o «tinado», especie de terraza de baja altura, techada y abierta en su frente, protegida con una balaustrada de madera, aprovechándose como secadero. Para las vigas se empleaban troncos de álamo negro sin desbastar, aunque también se empleaban para éste y otros usos el álamo blanco, el pino o la encina. Los «teillos» de los techos y cubiertas se hacían de listones o varas de chopo y de cañizo. Los suelos eran de tierra apisonada, de lajas de piedra, y sólo en algunos casos de losetas de barro o de planchas de madera.

La estancia principal la constituye la cocina con chimenea, a la que solía estar adosado el horno. Los dormitorios se sitúan alrededor de la cocina, y cuando existe una segunda planta se dedica a granero y solana. Con frecuencia, la cuadra también estaba en el interior de la vivienda. Otras veces, cuadras y corrales forman construcciones algo alejadas de la propia vivienda: marranera para los cerdos; gallinero y corraliza para el ganado; cuadra para las caballerías y cuarto para los aperos de labor.

El caserón burgués

Situados en las principales vías de los pueblos, los caserones burgueses se remontan a la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX, consecuencia de la desamortización de Mendizábal y el acopio de tierras por una nueva clase burguesa. La ocupación, en doble o triple crujía, tiende a colmatar toda la parcela, no existiendo patios, que en todo caso se disponen en la parte trasera de la misma, junto con las cuadras y otras dependencias. La edificación se desarrolla en dos o tres plantas de altura, con cubierta a dos aguas, siendo la última planta de menor altura en fachada y constituyendo el altillo. A veces, disponen de una bodega en el sótano. Con respecto a los materiales empleados, destacan la piedra (caliza, piedras de cantera, fragmentos rodados, etcétera) y el yeso, estando los muros cubiertos de cal, excepto un pequeño zócalo. Presentan disposición formal de huecos y gradación de tamaños según alturas, diferenciándose el tipo de huecos según la planta, siendo representativos los grandes y numerosos balcones en la planta primera. Empleo abundante de madera en la carpintería interior: puertas, barandas de escaleras, lacenas, etcétera. Los huecos llevan cerramientos de forja como elemento decorativo. Se empleaba teja árabe con tablazón y vigas de madera en tejado y techos.

Construcciones derivadas de la cultura del agua

Como consecuencia de la desarrollada cultura del agua propia en la civilización musulmana, se encuentran en la comarca numerosas construcciones derivadas de ella. Se pueden resaltar: a) las fuentes o caños; hay que mencionar que en Zújar cada barrio poseía



Figura 12
Caserón burgués en Galera



Figura 13
Caserón señorial en Galera

su caño, para el aprovisionamiento de agua de los vecinos; b) los baños árabes, de los que solo queda el «Baño de la Judería» de Baza, de antigüedad anterior al siglo X, representando el típico arte califal, disponiendo de tres salas principales; sus muros, arcos y pilares se realizaron con ladrillos unidos por argamasa de cal y arena; las bóvedas son de cañón iluminadas por lumbreras en forma de estrella de David (seis puntas); c) los aljibes; hay que mencionar el situado en el Cortijo de las Fuentes de Freila, con cubiertas abovedadas trasdosadas, o los de Gorafe, en donde se aprovecha la gruesa capa de caliza superior permeable, como cubierta de un recipiente en el que la base está formada en parte por otra capa impermeable de material arcilloso; d) numerosas acequias, fundamentales para el riego de las vegas; se introducían en el viario de Baza, Gor y Orce, o se excavaban en la roca madre, como ocurría en Zújar; e) las balsas para el riego, como las existentes en Orce, o Valcabra (Caniles).

Arquitectura de producción

Se pueden citar otro tipo de construcciones relacionadas con la actividad productiva: a) los molinos de agua, de los que se encuentran numerosos ejemplos a lo largo de los principales cursos de agua y arroyos serranos, con la acequia, la alberca, el recio cubo y la propia construcción, bajo la que se abría el «cárcavo» que devolvía el agua al río después de mover las piedras del molino y que encerraba las «maquinarias» de madera, y la vivienda del molinero; b) las eras de dos tipos: de piedra, en las que sus constructores, además de las grandes lajas planas, necesarias para rodar el trillo, empleaban pequeños cantos de cuarcitas de diversos colores para crear un bello efecto visual de círculos concéntricos; o de tierra, situadas estas últimas en las poblaciones de la depresión de Baza, donde la piedra escasea; c) los palomares, de tres tipos: los palomares que ocupan los remates de los edificios y sus huecos exteriores; los palomares con nichos o celdillas hechas mediante pequeñas lajas de piedra, habituales en la Sierra de Baza; y los que ocupaban las paredes interiores de una cueva, de origen medieval; d) las cercas, de origen medieval, y realizadas con muretes de mampostería, predominan en la huerta de Baza, las cuales separan unos huertos de otros y contienen el terreno en las zonas de avenidas de agua de las ramblas; e) los pósitos, como los aún existentes en Baza, Caniles, Cúllar, Huéscar, Orce, Puebla de Don Fadrique y Zújar, todos del siglo XVIII, cumpliendo estas naves además de la función de granero otras diferentes, como la de teatro, o el de Baza, que albergó a la Real Sociedad Económica de Amigos del País, empleándose en ellos recursos de tradición mudéjar, cajones de mampostería dispuestos regularmente entre machones e hiladas de ladrillo y cubiertas de teja árabe, con zócalos y portada de sillería; f) las bodegas y jaraiz para el vino, con un largo pasillo y cubículos laterales, en los que se colocaban las tinajas, cuyos ejemplos aún se pueden encontrar en los pueblos de Benamaurel (Cueva del Tío Tinajas), Caniles, o Galera; g) los refugios de pastor trogloditas; o h) los pozos de nieve, del que solo queda un ejemplo en el «Pozo de la Nieve», situado en los «Prados del Rey», construcción ligada al aprovechamiento tradicional de los neveros de alta montaña para la obtención de hielo.

Conclusión

En los pueblos del altiplano granadino, las diferentes tramas urbanas y elementos arquitectónicos, constituyen el reflejo de los distintos períodos históricos y de las circunstancias sociales, culturales y económicas características de cada uno de ellos. Sobre el trazado urbano irregular generado en el período medie-

val-musulmán, en asentamientos divididos espacial y socialmente en medina y arrabales, con peculiares elementos constructivos, religiosos (mezquitas), político-militares (alcazaba), agrarios y/o relacionados con la cultura del agua (caños, baños, aljibes, acequias, balsas, palomares o cercas), y una tipología específica de vivienda, la vivienda morisca, la etapa moderna genera una mayor diferenciación social y étnica, surgiendo los barrios de la morería y las viviendas troglodita y serrana ocupadas por población morisca, cuyas casas son habitadas por repobladores, sustituyéndose la mezquita por la iglesia, la alcazaba por la casa señorial y la casa consistorial, el «alhori» por el pósito, el zoco por la plaza...; es decir, se produce la superposición de elementos culturales castellano-cristianos sobre la antigua estructura medieval-musulmana, con la excepción del núcleo de Galera, que debido a su trágica historia desarrolla una trama ortogonal yuxtapuesta.

El tímido desarrollo industrial comarcal del siglo XIX, queda plasmado en la evolución de la trama urbana, por el desarrollo en toda su magnitud del fenómeno troglodita, y la modesta aparición del «ensanche urbano», con proliferación del caserón burgués y la incorporación de nuevos elementos estructurantes del asentamiento, como avenidas, parques y jardines, fábricas, estaciones de tren..., redundando de nuevo, en la división socioeconómica de la ciudad. La incorporación de elementos constructivos y morfológicos actuales como viviendas unifamiliares o plurifamiliares, polígonos industriales... ultima la configuración del asentamiento urbano como un mosaico de huellas de los diferentes componentes históricos, culturales, religiosos, económicos y sociales, propios de la comarca.

Notas

1. De ahí, por ejemplo, proviene el topónimo de Cortes de Baza.
2. Morería es un topónimo que aún pervive en barrios de Baza, Castilléjar y Orce, seguramente procedente de aquella época.
3. Son los moriscos autóctonos los encargados de construir las iglesias, por sus elevadas cualidades para todos los oficios, su extremada laboriosidad y su coste laboral reducido. De su excelente trabajo han quedado como huella los bellos y artísticos artesonados.
4. Cuando en paredes y techo se observan los cortes de los picos, se dice que todavía la cueva está sin enlucir, y cuando se han ocultado tales señales se dice que está «enlucía».
5. En algunas cuevas, existían pequeños conductos entre la cuadra y los dormitorios que permitían aprovechar el calor de los animales domésticos.

Lista de referencias

Suárez Medina, F. J.; *et al.* 2001. *Estudio de los asentamientos urbanos en la provincia de Granada.* Volumen 1: El Altiplano. Granada: Diputación de Granada.

Monaci, dardi e colonnelli. Genesi e caratteristiche delle capriate italiane

Simona Valeriani

La presente relazione si propone di chiarire alcuni temi controversi nella storiografia sulla carpenteria lignea. In particolare si porrà l'attenzione sulla soluzione del nodo monaco-catena e sulla genesi della cosiddetta «palladiana». Nonostante la carenza di testimonianze materiali provenienti dall'antichità e dai primi secoli dell'era cristiana, molte sono le indicazioni tramandate dalle fonti iconografiche e desumibili dalle testimonianze materiali che, integrate con lo studio delle fonti successive quali le pubblicazioni ed i manoscritti rinascimentali, consentono di indicare alcuni punti fermi.

La genesi della «capriata»

Gli studiosi sono concordi nel ritenere che il concetto di capriata fosse sconosciuto nell'architettura greca antica della madrepatria e possa essere stato utilizzato per la prima volta nei templi siciliani del VI sec. a. C.[1]

Per quanto concerne l'architettura romana, dall'analisi del *De Architectura* di Vitruvio (4: cap. 2) si può dedurre che, a seconda della luce da coprire, si facesse uso di due tipi di strutture: in edifici di dimensioni ridotte si ricorreva ad una serie di travi semplicemente appoggiate sui sostegni verticali (*columen et cantherii*) mentre, nel caso di ambienti più ampi, si ricorreva ai *transtra cum capreoli*. L'interpretazione di quest'ultima espressione è controversa, ma pare si trattasse di vere e proprie capriate sulla cui forma, tuttavia, si confrontano opinioni discordanti.[2] Un esempio chiarificatore potrebbe essere considerato il portico antistante il Pantheon, il cui tetto fu ampiamente documentato nel XVII sec.[3] Se si ammette che tale costruzione fosse ancora quella originale si avrebbe una testimonianza dell'uso di una combinazione tra capriata «a monaco e saette» e palladiana in epoca classica (fig. 1).

Il problema del «monaco»

La capriata «a monaco e saette» era sicuramente conosciuta, al più tardi, dal VI sec. d. C., come testimoniato da alcune fonti materiali risalenti a tale periodo e conservatesi fino ai nostri giorni. Tra queste le più significative sono il tetto del Monastero di S. Caterina sul Sinai (Katsibinis 1987, Milburn 1988, 193) ed i contemporanei bassorilievi ritrovati nelle cosiddette «Città morte» del nord della Siria.[4]

Contrariamente a quanto affermato dalla letteratura corrente si osserva un uso sincronico, già in epoca tardoantica, di strutture cosiddette «a nodo chiuso» e «a nodo aperto».[5] Nei due esempi delle figure 2 e 3, rispettivamente riguardanti reperti provenienti dal frontone di un portico della chiesa di Bâtûta, e dalle rovine della basilica di Brâd (Butler 1920, 299–315, 330–332; Butler 1929, 199–200; Sodini 1977; Lauffray 1998) si osservano, infatti, in un caso monaco e catena collegati ad incastro ed ulteriormente assicurate da un punzone, nell'altro una struttura appesa: il monaco è collegato alla catena solo tramite un'asta

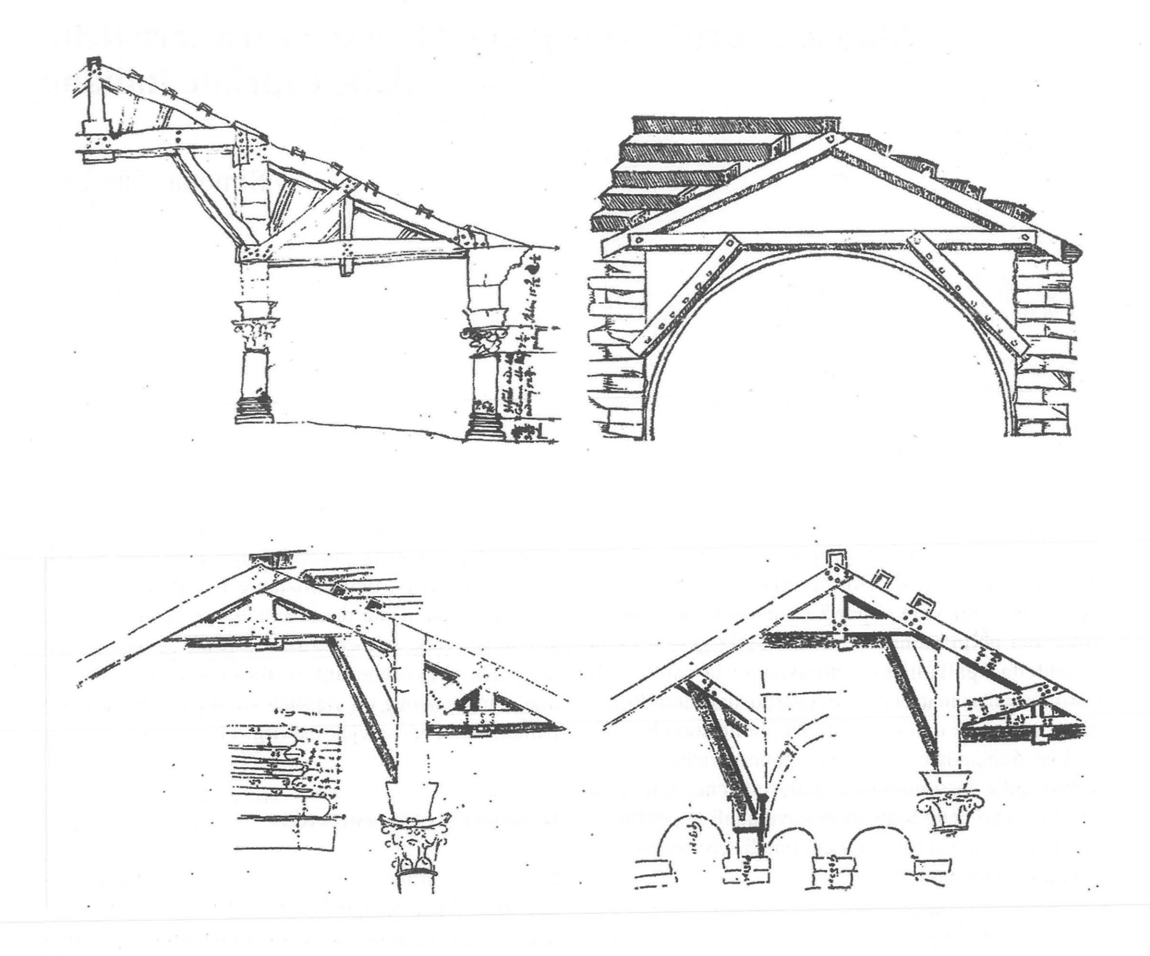


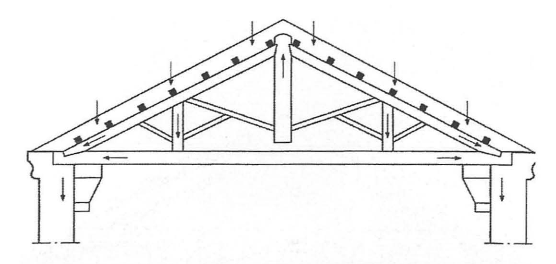
Figura 1
Il tetto antico del pronao del Pantheon, rilievi di diversi autori: anonimo, S. Serlio, P. de l'Orme, G. A. Dosio (Licht 1968, 52–53)

metallica ed interviene ad assicurare la stabilità dell'insieme esclusivamente nell'eventualità di un abbassamento dell'elemento orizzontale.[6]

La compresenza di tali soluzioni strutturali permane fino al Rinascimento, quando l'attenzione dei trattatisti pare concentrarsi sul rapporto tra il *monaco* (detto anche *colonnello*) e la catena. I due termini, *monaco* e *colonnello*, vengono spesso usati indifferentemente (fig. 4) ma la parola *colonnello* indica talvolta espressamente un elemento verticale incastrato nella catena (nodo chiuso), in contrapposizione con il *monaco* al quale, spesso, la catena é «appesa» (nodo aperto).[7] Questo è evidente, ad esempio, nella descrizione presentata da Scamozzi (1615: 8, Cap. 22, 343–344) nell'*Idea dell'architettura universale*:

> Si chiama catene quella trave, che va à livello da mura à mura: nel mezzo della quale si pianta un pezzo di legno, che si dice colonnello: perché sta in piedi, come una colonna.

Tale soluzione tecnica si diffonde a partire dal Medio Evo e fino all'Età Moderna in alcune regioni italiane tra cui la Toscana, così come a Venezia e nel Veneto, alla cui tradizione costruttiva Scamozzi fa



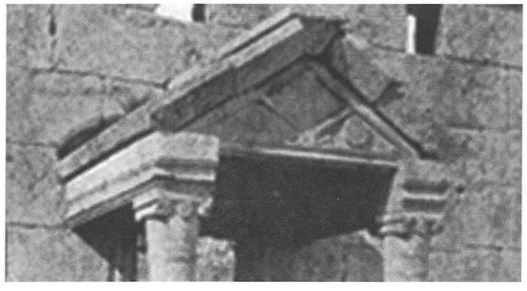


Figura 2 (sopra)
Rappresentazione schematica di una capriata da un bassorilievo proveniente dalla Basilica di Brâd, la struttura prevede sia *monaci* incastrati nella catena che nodi «aperti» (Lauffray 1998, 230)

Figura 3 (sotto)
Bassorilievo sul frontone di un portico di ingresso alla basilica di Bâtûta: capriata con monaco incastrato nella catena ed assicurato con punzone

espresso riferimento. In quest'area sono conservate, inoltre, testimonianze materiali che confermano l'uso di nodi chiusi a partire al più tardi dalla metà del XIV sec. Esempi confrontabili si osservano nell'edizione de *De Architectura* curata da Daniele Barbaro (1556, IV: 168, 193, 194, con disegni di Andrea Palladio), e anche nell'opera di Sebastiano Serlio (1585, 7: Cap. 75, 196–197) compaiono prevalentemente elementi verticali incastrati. Questa soluzione non pare essersi diffusa in ambiente romano dove si mantenne la tradizione dei *monaci* a nodi aperti.

La «palladiana»

Il termine *«palladiana»*, utilizzato comunemente per descrivere una struttura caratterizzata da catena, puntoni, monaci (da uno a tre), controcatena e sottopuntoni (fig. 5), lascia intendere un legame con il celebre architetto ma è, in realtà, relativamente moderno e di uso non unanime.[8] Il riferimento a Palladio si deve, presumibilmente, al fatto che egli fece grande uso di tale struttura nei suoi progetti ma è significativo che essa sia presente anche nei suoi rilievi dell'architettura classica. Si deve, quindi, ritenere che fosse allora messa in relazione con la tradizione costruttiva antica.[9]

Difficile verificare se la «palladiana» fosse conosciuta già nell'antichità. Un contributo in tal senso è

Elemento costruttivo in una capriata "a monaco e saette"	Elemento costruttivo in una *palladiana*	Denominazione attuale	Denominazione storica	Fonte
		Catena	Bordone	Taccola [1427-1441] 1984. 67 Di Giorgio: [1470-'90] 1967. 96
			Corda	Branca [1629] 1772. 25, Zabaglia 1743. Comm. tav. IV Masi 1788. 31 e 250, Milizia [1785] 1847. 485-488 Valadier 1831. 33, Cavalieri 1851. II: 97
			Catena	Scamozzi 1615. 342, Branca [1629] 1772. 25 Masi 1788. 31 , Milizia [1785] 1847. 485-488
			Tirante	Masi 1788. 31, Milizia [1785] 1847. 485-488 Cavalieri 1851. II: 97
			Asticciola	Milizia [1785] 1847. 485-488
		Monaco	Bolzone	Branca [1629] 1772. 25
			Monaco	Taccola [1427-1441] 1984. 67 Di Giorgio [1470 - '90] 1967. 96 , Branca [1629] 1772. 25, Zabaglia 1788. Comm. Tav. IV Milizia [1785] 1847. 485-488, Masi 1788. 31 e 250 Valadier 1831. 33 (*Monachi*), Cavalieri 1851. II: 118
			Colonnello	Scamozzi 1615. 343-344, Capra 1678. 340 Zabaglia 1788. Commento tavola IV Milizia [1785] 1847. 485-488, Masi 1788. 31
			Colonna	Cavalieri 1851. II: 97

Figura 4
Denominazione storica di alcuni elementi costruttivi, si noti l'utilizzo di più termini da parte del medesimo autore

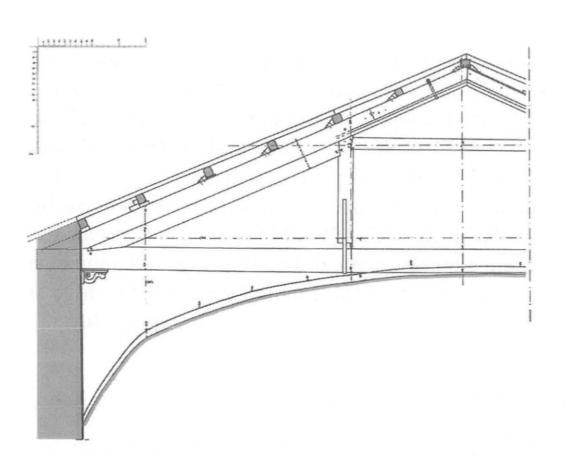


Figura 5
Particolare del tetto della Basilica di S. Cecilia in Trastevere, Roma: si tratta di una «palladiana» a due monaci (rilievo dell'autrice)

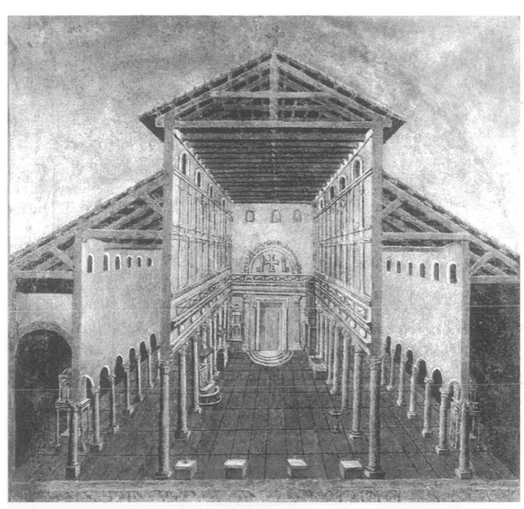


Figura 6
Giovan Battista Ricci da Novara: «Contignato tecti partis veter basil sub pavlo v demolitae»; Affresco originariamente posto nella Cappella S. Maria in Porticu, Grotte vaticane (Papi 1995, figura 8)

fornito dalle fonti iconografiche ed in particolare da quelle relative al tetto di S. Pietro antico, edificato sotto Costantino, demolito nel 1606 e documentato da numerose raffigurazioni tra cui quella di Giovan Battista Ricci da Novara (1605) che porta il titolo «Contignatio tecti partis veter basil svb pavlo v demolitae» (fig. 6).[10] Anche in questo caso, nonostante láutore si proponga espressamenete di annotare l'aspetto della struttura di copertura antica, i dettagli tecnici sono scarsi. Sicuramente si trattava di una costruzione «doppia», tipologia largamente diffusa a Roma anche nei secoli successivi, ma con caratteristiche leggermente diverse (nell'affresco di Ricci mancano, per esempio, i sottopuntoni). Difficile giudicare se le differenze siano dovute ad imprecisioni del disegno o se la forma strutturale utilizzata fosse più arcaica.[11]

Un altro esempio di tetto romano di origine paleocristiana ben documentato è quello della basilica di S. Paolo fuori le Mura. Esso venne rinnovato nel IX sec. d. C. e pare si fosse conservato sostanzialmente intatto fino all'incendio del 1823, poco prima del quale venne accuratamente rilevato da Rondelet ([1802–1817] 1867, 3: tav. 105, 116–118) e Letarouilly ([1840–57] 1874, 3: tav. 335–336, 696): entrambe le rappresentazioni testimoniano la compresenza di due variazioni del tipo «palladiana».

Che l'invenzione di tale tipologia non si debba a Palladio é confermato, inoltre, dal fatto che essa venga citata e rappresentata già negli scritti rinascimentali anteriori. Strutture analoghe si trovano nei manoscritti di Leonardo e negli schizzi di Giuliano da Sangallo (1445–1516), nonché in quelli del suo allievo e nipote Antonio da Sangallo il giovane. Particolarmente interessante risulta un disegno di Giuliano nel quale si osserva una combinazione tra la «palladiana» e la «capriata a monaco e saetta» (fig. 7).[12] Nel trattato di Leon Battista Alberti ([1485] 1966, 3.

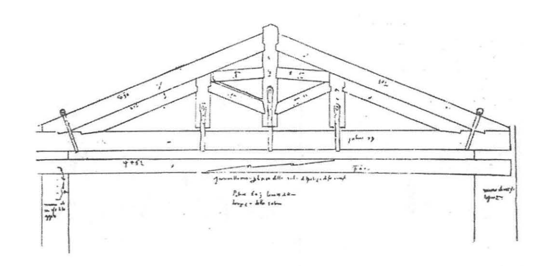


Figura 7
Giuliano da Sangallo: combinazione di una «palladiana» e di una capriata a monaco e saette con nodi «aperti» (cod. Vat. Barb. Lat. 4.424 f. 63r)

12, 228–230) si trova, inoltre, un riferimento a strutture «doppie» da identificarsi, appunto, con le cosiddette «palladiane doppie». Serlio (1475–1552) presenta, oltre alle tipologie sopra descritte, una variazione della «palladiana semplice» nella quale tutti gli elementi verticali funzionano ad incastro (fig. 8) e non sono presenti sottopuntoni, particolare che ha conseguenze significative sulla composizione del nodo controcatena-puntone-colonnello.[13] Accanto alla soluzione «standard» con *colonnelli* Serlio (1584, 7: cap. 75, 20) prevede anche la possibilità di servirsi di strutture «appese» (fig. 9), che ritiene particolarmente adatte a sopportare grandi pesi grazie, soprattutto, al «raddoppio» dei monaci:

> L'armamento qui davanti . . . sarà fortissimo à sostenere ogni gran peso, per virtù di quei ponzoni, li quali pendono all'ingiù, cioè quei dritti segnati X. percioche sono fortificati da doppia fortezza. Massimamente quello di mezzo: la gran forza del quale è dal trave in giù per le due remme che contrastano co'l gran trave trasversale dall'uno, all'altro muro.

L'accento posto sulla interazione tra elementi verticali e diagonali è da considerarsi d'avanguardia per il suo tempo ed è da mettere in relazione con gli spunti pubblicati poco prima da Palladio: i celebri progetti per la costruzione di ponti ma anche i meno citati progetti di nuovi tetti.[14]

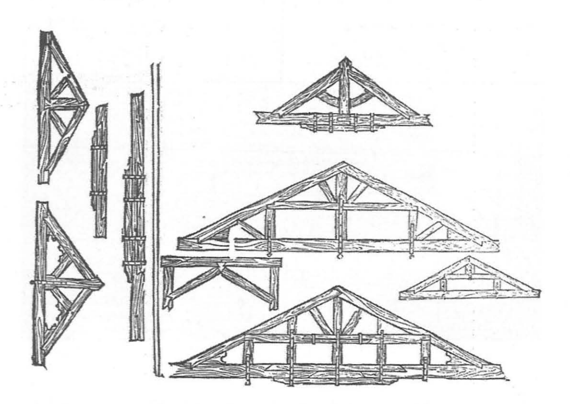


Figura 8
Diverse tipologie di copertura secondo Serlio (1585, 7: 75, 197), da notare che i monaci sono sempre saldamente collegati alla catena tramite incastri

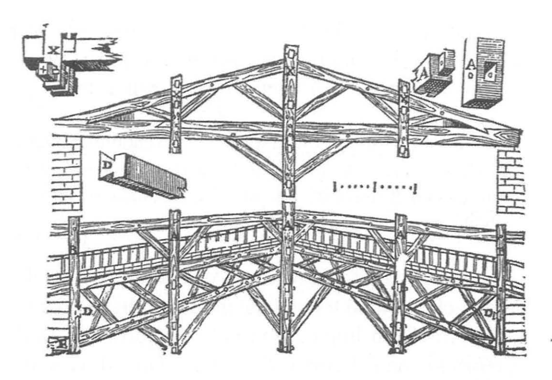


Figura 9
Struttura lignea adatta a sopportare grandi pesi, Serlio (1585, 7: 75, 197)

Il problema del prolungamento delle travi

Un altro tema rimasto a lungo al centro dell'attenzione di teorici dell'architettura, progettisti e maestranze è quello del prolungamento delle travi, necessario soprattutto per le catene (ma in alcuni casi anche per i puntoni) in corrispondenza di luci molto ampie. Una tecnica ad hoc pare fosse già conosciuta in epoca antica, come testimoniano le fonti scritte ma anche le immagini che riprendono il tetto di S. Pietro in Vaticano vecchio, che presentano catene costituite di più pezzi (Scamozzi 1615, 8: cap. 22, 342).

Questo tema, stando alle numerose citazioni contenute nei trattati, doveva essere particolarmente dibattutto anche nel Rinascimento e con maggior insistenza a partire dalla metà del XV sec. In alcune opere si trovano suggerimenti pratici sul tipo di accorgimenti da seguire, mentre altri autori forniscono solo indicazioni di carattere teorico. Un esempio in questo senso é dato dal *De re aedificatoria* di Leon Battista Alberti ([1485] 1966, 3: cap. 12, 230), che confronta l'azione delle travi giuntate con quella degli archi:

> Se gli alberi saranno troppo esili perché si possa ottenere una trave intera da un solo tronco, bisognerà riunirne più d'uno in un solo corpo, in modo che essi contengano in se la stessa efficacia di un arco, che cioè la linea superiore della trave così contesta non possa in alcun modo accorciarsi per il peso che le grava sopra, e che la linea inferiore non possa allungarsi, ma si presenti come una corda fissata con salda presa a trattenere sopra di sé i tronchi che tendono a sporgere con le opposte estremità.

Anche Branca (1629, 1: 24, tav. 7) fornisce solo indicazioni di principio sul problema dell'allungamento delle travi, senza però riferirsi agli archi:

> Avendo travi corte s'innestano . . . avendole mancanti d'altezza s'accrescono. Tutto l'artifizio di queste operazioni sta nell'impedire, che la trave innestata, o pel peso, di cui sia gravata, o pel suo proprio possa incurvarsi.

Un caso significativo é poi quello di Alessandro Capra, che tratta il tema delle giunzioni lignee per ottenere travi più lunghe non nel secondo libro *Delle Fabbriche* ma nel quinto *Delle macchine*, dove si dedica separatamente alle «giunzioni semplici» e alle *travi armate.*[15]

Queste ultime vennero sviluppate nel Rinascimento a partire dall'idea di associare il problema della giunzione di più elementi, a formare un unico trave, con quello dei conci di un arco.[16] Allo scopo di ottenere travi più lunghe e/o di sezione maggiore vennero quindi sviluppate diverse tecniche che prevedevano la giunzione di 3–6 pezzi di legno, ricorrendo talvolta al pretensionamento. Questo tema fu sviluppato da Leonardo da Vinci che ha lasciato numerosi schizzi di macchine per il pretensionamento delle travi, e anche nell'opera di Francesco di Giorgio Martini ([1470–1490] 1967, 22v, tav. 40), si trovano svariate proposte al riguardo.

L'uso di travi «armate» in Italia prevale nelle regioni del nord (Giunchi et al. 2003) mentre non pare abbia trovato applicazione in area romana.[17] Tale assenza potrebbe essere legata al fatto che non tutti gli specialisti concordavano sull'efficacia della soluzione come spiega, per esempio, Alvise Cornaro ([1550?], 65):

> Li tetti cioè i coperti delle fabriche che voglion esser coperti con tavole sotto li coppi, et li legnami, che sostengono li coppi, et tavole vogliono esser sopra li soi pilastri fatti su li muri maestri et non bisogna che tali legnami siano catene armate perché il luogo venga più spatioso e senza pilastri, perché si come li pilastri tengono, che tal legname per lo carico de le tavole, et coppi non si domi, così che le fa senza dico in luogo largo da diciotto piedi in suso essi consentono, et tirano giuso li muri delle fabriche, delle facciate ove essi son messi.[18]

Anche nelle regioni in cui la «trave armata» non si diffuse, si trovano numerosi esempi di catene composte da più elementi. La soluzione più comune prevede l'incastro di due travi appositamente predisposte con riseghe semplici o multiple ed eventuali biette di tensionamento, ulteriormente trattenute da giunzioni metalliche (chiodi semplici, chiodi con occhiello e paletto, staffoni ecc.). Innumerevoli sono le possibili varianti. Una giunzione molto comune é il *dardo di Giove*, del quale si trovano numerose testimonianze materiali e che, nel corso dei secoli, viene continuamente citato dalla letteratura tecnica (Barbaro 1556, 194; Zabaglia 1743, tav. 3; Masi 1788, tav. 1). Una variante di tale soluzione è il cosiddetto *dardo di Giove multiplo* che si trova anche negli schizzi di Giuliano da Sangallo così come nelle opere di Capra e Zabaglia.[19]

Non meno diffuse erano poi alcune varianti semplificate del *dardo di Giove* (senza biette), descritte anche da Taccola ([1427–33] 1969, tav. 46v), Francesco di Giorgio Martini ([1470–1490] 1967, tav. 40) e Serlio (1584, 197).[20] Questa tecnica è molto utile anche nel caso di riparature a strutture esistenti, come si è potuto osservare in alcuni edifici e com'è mostrato nel manoscritto del Taccola ([1427–1441] 1984, 44v) che schizza diversi possibili modi per assicurare una nuova porzione di trave ad una preesistente (fig. 10b).

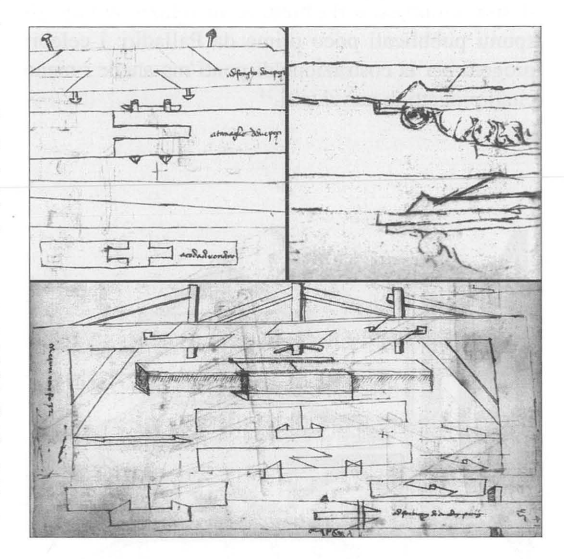


Figura 10
Mariano di Jacopo, detto il Taccola ([1427–1441] 1984): particolari di giunti per il prolungamento delle travi con denominazione (in alto a sinistra e in basso, rispettivamente tav. 37r e 45); particolare di soluzioni per il risarcimento di teste di travi ammalorate (in alto a destra, tav. 44v)

Oltre alle giunzioni sopra descritte, che rimasero in uso fino al XIX sec., ne esistono alcune che sono presenti solo nei trattati rinascimentali e che scompaiono nei secoli successivi. Soluzioni simili si trovano nelle opere di Barbaro, Martini, Bartoli e Taccola ([1427–1433] 1984). Quest'ultimo, contrariamente agli altri, cita anche il nome proprio delle diverse giunzioni (fig. 10a/c, 11).[21]

È interessante notare come tali definizioni, così come la descrizione delle giuste proporzioni tra i diversi elementi costruttivi, vengano date da Taccola ([1427–1441] 1984, 68 e nota 100) non in latino ma in volgare. Tale particolare indica che l'autore si è servito, per la descrizione di questi aspetti più «pratici», del lessico proprio dei carpentieri. Va inoltre notato come alcuni autori, ad esempio Cosimo Bartoli (1560 ca., 72 e 73), presentino soluzioni del tutto fantasiose che non trovano ulteriori riscontri nella realtà costruttiva e che testimoniano un certo gusto per l'invenzione. Alcune delle giunzione tipiche dei trattati rinascimentali si ritrovano in testi più recenti, come quello di Zabaglia, dove però vengono esplicitamente ed esclusivamente consigliate per il collegamento di elementi verticali ed obliqui.[22] Nella tabella della figura 11 si riporta una sintesi delle soluzioni proposte da alcuni trattatisti per il prolungamento delle travi.

Per ciò che attiene le tecniche di giunzione tra i diversi elementi strutturali costituenti la capriata a Roma si nota che le strutture di copertura storiche conservatesi presentano solo calettature e unioni a tenone e mortasa mentre le unioni a mezzo legno non sono diffuse.[23]

Poiché gli elementi strutturali vengono di norma osservati in situ, è spesso difficile determinare con sicurezza il genere di giunzione utilizzata. Il problema si presenta, in particolare, nel punto di contatto tra i due puntoni dove, solitamente, non è possibile constatare se si tratti di una giunzione a tenone e mortasa o di una semplice calettatura.[24] Nel tetto della basilica di S. Pietro in vincoli si è potuto osservare e documentare, in tale nodo strutturale, un tipo particolare di giunzione a tenone e mortasa che facilita il montaggio (presentando la mortasa aperta nella faccia superiore della trave) e assicura i due puntoni in modo da evitarne la divaricazione. Un giunto analogo viene utilizzato anche nel punto di incontro tra sottopuntone e controcatena nel caso di palladiane prive dei monaci laterali (fig. 12).

Anche per ciò che concerne il punto di colmo delle capriate a monaco e saetta permane la difficoltà di analizzare la tipologia di giunto utilizzata. In questo caso, però, sembrano prevalere le calettature che possono assumere diverse forme (fig. 13) descritte anche da Taccola, Serlio e Barbaro.

Elemento costruttivo in una capriata "a monaco e saette"	**Elemento costruttivo in una *palladiana***	**Denominazione attuale**	**Denominazione storica**	**Fonte**
		CATENA	BORDONE	Taccola [1427-1441] 1984. 67 Di Giorgio: [1470-'90] 1967. 96
			CORDA	Branca [1629] 1772. 25, Zabaglia 1743. Comm. tav. IV Masi 1788. 31 e 250, Milizia [1785] 1847. 485-488 Valadier 1831. 33, Cavalieri 1851. II: 97
			CATENA	Scamozzi 1615. 342, Branca [1629] 1772. 25 Masi 1788. 31 , Milizia [1785] 1847. 485-488
			TIRANTE	Masi 1788. 31, Milizia [1785] 1847. 485-488 Cavalieri 1851. II: 97
			ASTICCIOLA	Milizia [1785] 1847. 485-488
		MONACO	BOLZONE	Branca [1629] 1772. 25
			MONACO	Taccola [1427-1441] 1984. 67 Di Giorgio [1470 - '90] 1967. 96 , Branca [1629] 1772. 25, Zabaglia 1788. Comm. Tav. IV Milizia [1785] 1847. 485-488, Masi 1788. 31 e 250 Valadier 1831. 33 (*Monachi*), Cavalieri 1851. II: 118
			COLONNELLO	Scamozzi 1615. 343-344, Capra 1678. 340 Zabaglia 1788. Commento tavola IV Milizia [1785] 1847. 485-488, Masi 1788. 31
			COLONNA	Cavalieri 1851. II: 97

Figura 11
Differenti soluzioni tecniche per il prolungamento delle travi: denominazione storica (in corsivo), trattati e edifici in cui il giunto è reperibile

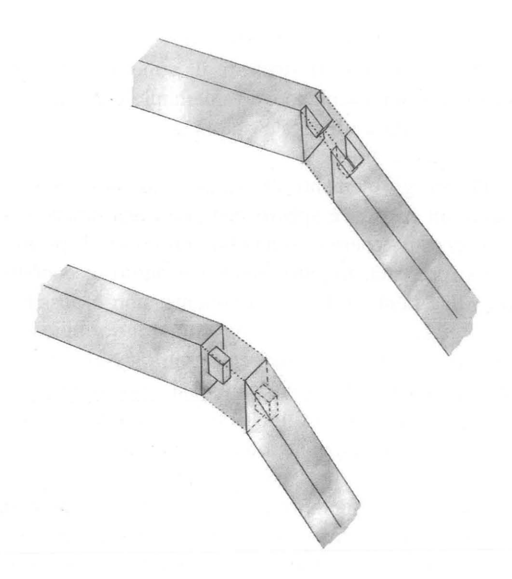


Figura 12
Diverse soluzioni del giunto tra puntone e controcatena: a tenone e mortasa comune (sotto) e variante con mortasa aperta sul lato superiore per facilitare il montaggio (sopra)

La giunzione tra puntoni e catena è sempre realizzata tramite calettature, generalmente a dente cuneiforme (semplici o multiple), che vengono rinsaldate da elementi metallici quali staffoni e chiodi (fig. 14).[25] Nell'esecuzione delle calettature è necessario adottare alcuni accorgimenti che vengono costantemente sottolineati nei trattati: esse debbono essere posizionate ad una certa distanza dalla testa della trave onde evitare che la spinta dei puntoni provochi la rottura del giunto. L'integrità di quest'ultimo può inoltre venir compromessa dalla pressione che può provocare un deterioramento delle fibre dei legni giuntati. Per evitare ciò alcuni trattati raccomandano di inserire in ciascuna connessione un foglio di ottone o rame che eviti il contatto diretto dei legni ed i pericoli ad esso connessi.[26] E' inoltre determinante la robustezza dei denti che debbono essere sufficientemente lunghi e caratterizzati da angoli non eccessivamente acuti.[27] Tali caratteristiche trovarono una definizione scientifica normativa solo nel XVIII e XIX sec., ma evidentemente si tratta solo della codificazione di un sapere già consolidato empiricamente, poiché i manufatti risalenti ad epoche precedenti presentano le stesse caratteristiche.

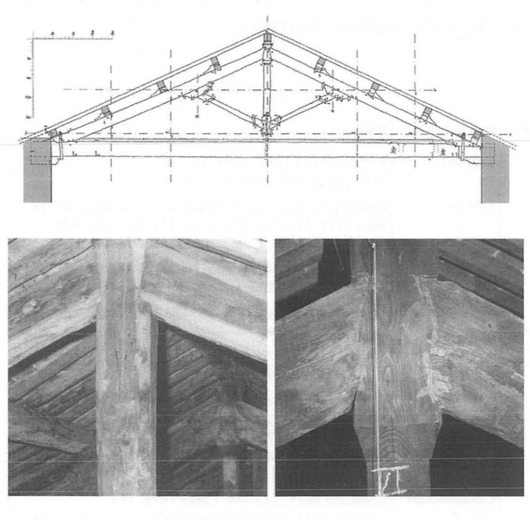


Figura 13
Diverse forme di Giunzione tra monaco e puntoni nel tetto della Basilica di S. Clemente, Roma. Il rilievo e la foto in basso a destra (opera dell'autrice) mostrano le capriate del XV sec., mentre la foto in basso a sininistra (Archivio S.B.A.A.P.S.A.D.) documenta una capriata di restauro



Figura 14
Tipica soluzione del nodo puntone-catena con calettatura a doppio dente cuneiforme, assicurata da staffone (Chiesa di S. Crisogono, Roma)

Conclusioni

Uno studio dettagliato e circostanziato delle fonti scritte e materiali ha permesso di chiarire alcuni punti cruciali per la storia delle strutture di copertura. L'idea secondo la quale l'introduzione della cosiddetta «palladiana» risale solo al XVI sec., così come le teorie che vedono nelle capriate a nodi «aperti» e «chiusi» le tappe di un processo evolutivo sono, infatti, smentite dai ritrovamenti archeologici e dalle fonti scritte.

Le fonti documentarie di diverso genere che supportano questa conclusione sono, in realtà, disponibili già da decenni ma sino ad ora non erano stati messe a confronto all'interno di un quadro organico. Le questioni di dettaglio rimaste aperte sono ancora numerose ed è auspicabile che si dia inizio ad una nuova stagione di indagini che coinvolga tutti gli esperti del settore.

Note

1. Per esempio a Selinunte, tempio E e Agrigento, Tempio di Heracle (cfr. Hodge 1960, 23; 35–44).
2. Molti autori rinascimentali identificano con «*transtra cum capreoli*» una struttura a monaco e saette (Philandrier 1552, 163; Barbaro [1556] 1567, 193/196; Lemerle 2000). Opinione diversa si trova in Sackur 1925, 123–126. Per una analisi delle diverse posizioni: Valeriani 2004, 122–123.
3. Tra i più famosi disegnatori ricordiamo Serlio, Palladio, Peruzzi, Dosio e Borromini. Per alcune considerazioni a riguardo e bibliografia cfr. Valeriani 2004, 123–124.
4. Nonostante si tratti di elementi decorativi, la loro collocazione e la relativa ricchezza di dettagli costruttivi rappresentati suggeriscono che essi riproducano fedelmente le strutture presenti nel medesimo contesto architettonico.
5. Dette anche rispettivamente «a catena caricata» e «a triangolo indeformabile» (Cfr. Munafò 2002).
6. Come evidenziato in figura la struttura rappresentata è più complessa di quelle descritte fino ad ora e comprende sia elementi verticali incastrati sia elementi verticali ai quali la catena è semplicemente «appesa» (Lauffray 1998).
7. Non sempre, cfr. per es. Zabaglia 1743, commento alla tav. 4. Per semplicità si adottano qui i due termini nelle diverse accezioni.
8. Talvolta denominata anche «a tre monaci».
9. La palladiana compare anche in uno studio di Barbaro su Vitruvio, dove viene rappresentata la «casa antica» (Zorzi 1959, fig. 299). Sackur (1925, 42) ha sottolineato come già nell'antichità fosse diffuso l'uso di travi doppie dalle quali si sarebbe sviluppata la palladiana doppia. Circa il rapporto tra disegni palladiani e prassi costruttiva cfr. Barbieri 1992, Zorzi 1961, Zorzi 1968.
10. L'affresco è datato 1605. Le note rappresentazioni di Grimaldi, Fontana e Falda furono approntate solo qualche decennio dopo la demolizione dell'antica fabbrica cfr. Grimaldi [1620] 1972, 138–139, fig. 51; Fontana 1694, 2: Cap. 11.
11. Cfr. anche il disegno di A. da Sangallo il giovane (*muro divisorio* – Firenze, Uffizi, UA 121;) e Arbeiter 1988, 110. Disegni posteriori offrono ricostruzioni fantasiose (il tetto viene rappresentato per es. da Letarouilly (1882, Pl. 3 e Pl. 5) in due modi diversi) o semplificate (Frazer, Krautheimer 1977, 165–279, tavola 5–8).
12. Giuliano da Sangallo. Cod. vat. Barb. Lat. 4424 f. 63 r, cfr. anche il progetto di Antonio da Sangallo il g. per il tetto della Sala del Palazzo de' Farnesi (scheda Uffizi A 1009 GFF).
13. Una soluzione simile, altrimenti insolita nella regione, si trova nel tetto di S. Domenico in Recanati cfr. Giovenale: 1927, 343. Un caso paragonabile, per altro poco dettagliato, è presentato da Alessandro Capra ([1678] 1717, 339). Per esempi toscani cfr. Tampone 1989.
14. cfr. per es. Teatro Olimpico, Vicenza (Bertotti-Scamozzi 1776–83, I: tav. 3) e Palazzo Comunale di Brescia (Palladio [1554–1579] 1988, fig. 33).
15. Capra [1678] 1717, 5: 336–340 (Cap. 29: *Si mostra in questa figura quadragesima il vero modo di fare le gionture delle Ruote da Molino, & altre Machine;* Cap. 40: *Modo di fabricare un trave armato, il quale venendo caricato da gran peso si piegerà in sù*).
16. Interpretazione che, come abbiamo accennato piú sopra, risale ad Alberti.
17. Nessun esempio di tal genere è stato reperito nel corso della presente ricerca.
1.8 Occorre tener presente che Cornaro si riferisce prevalentemente ad edifici abitativi dove é piú semplice inserire tramezze e pilastri.
19. Esempi di tali giunti si trovano a S. Maria maggiore e S. Pietro in vincoli (Valeriani 2004, Pl. 6. 5, fig. 191). Le diverse forme di dardo di Giove erano comuni fino al al XIX sec., come conferma il trattato di Valadier (1831, tav. 68).
20. Esempi di tali giunti a S. Pietro in vincoli (Valeriani 2004, 114).
21. Solo nel XIX si assiste (come in altre discipline) ad una sistematizzazione della materia (cfr. in part. Cavalieri 1851, 102–105). Valadier (1831, 45 e Tav. 69) riferisce solo i nomi dei giunti verticali.

22. Zabaglia 1743, Tav. 3; Masi 1788, 31, Tav. 1.
23. Difficile giudicare se questo dipenda dal fatto che non si sono conservate strutture anteriori al XV sec.
24. Secondo Giovannoni (1918, 385) la soluzione storicamente più diffusa doveva essere l'*innesto ad anima*, il quale, però, non é stato riscontrato in alcuno degli edifici analizzati.
25. Il tema delle giunzioni metalliche, fondamentali per il funzionamento delle capriate nellÌtaia centrale meriterebbe una trattazione a parte che esula dal tema proposto in questo articolo. A riguardo cfr. Valeriani 2004, 156–162.
26. Un'applicazione di tale regola è osservabile nel tetto di S. Maria maggiore, mentre una testimonianza documentaria è contenuta, per esempio, nel trattato di Scamozzi (1615, 8, Cap. 22: 344).
27. Cfr. Scamozzi 1615, 8: cap. 12, 344.

Lista di referenze

Alfarano, Tiberio. [1582] 1914. *Tiberi Alpharani De basilicae vaticane antiquissima et nova structura*. Roma: Tipografia poliglotta vaticana.

Arbeiter, Achim. 1988. *Alt - St. Peter in Geschichte und Wissenschaft. Abfolge der Bauten- Rekonstruktion- Architekturprogramm*. Berlin: Gbr. Mann.

Hodge, A. Trevor. 1960. *The woodwork of greek roofs*. Cambridge: Cambridge University Press.

Alberti, Leonbattista. [1485] 1966. De re aedificatoria. En *L'architettura*, edito da G. Orlandi. Milano: Il polifilo.

Barbaro, Daniele. 1556. *I dieci libri dell'architettura di M. Vitruvio tradutti e commentati da Monsignor Barbaro, eletto Patriarca d'Aquileggia*. Venezia: Francesco Marcolini.

Barbieri, Franco. 1992. *Architetture palladiane - Dalla pratica del cantiere alle immagini del Trattato*. Neri Pozza Editore: Vicenza.

Barbisan, Umberto; Franco Laner. 2000. *Capriate e tetti in legno progetto e recupero*. Milano: Franco Angeli.

Bartoli, Cosimo. 1560 ca. *Raccolta di varie macchine*. Manoscritto, BN Florenz: Palatino E. B. 16.5.

Bertotti Scamozzi, Ottavio. 1776–1783. *Le fabbriche e i disegni di Andrea Palladio*. Vicenza.

Bonanni 1715, 33–37

Branca, Giovanni 1629. *Manuale di architettura*, Ascoli: Salvioni.

Capra, Alessandro. [1678] 1717. *La nuova architettura civile e militare*. Cremona: Stamperia Pietro Ricchini.

Cavalieri San–Bertolo, Nicola. [1831] 1851. *Istituzioni di architettura, statica e idraulica di Nicola Cavalieri San Bertolo*. Mantova: Tipografi Fratelli Negretti.

Cornaro, Alvise. [1550?] 1980. Trattato di architettura. En *Alvise Cornaro, Scritti sull'architettura*. Edito da Carpeggiani, Paolo. Padova: Centro grafico editoriale.

Fontana, Carlo. 1694. *Templum vaticanum et ipsius origo*. Roma: Francisci Buagni.

Francesco di Giorgio Martini. [1470–1490] 1967. *Trattati di architettura, ingegneria e arte militare*. Edito da Corrado Maltese. Milano: Il Polifilo.

Frazer, Alfred; Richard Krautheimer. 1977. *Corpus basilicarum christianorum Romae*.V. Città del Vaticano: Pontificio Istituto di Archeologia Cristiana.

Giunchi, E.; R. Malvezzi; M. Russo; C. Alessandri y R. Fabbri. 2003. Wooden composite beams: A new technique in the Renaissance of Ferrara. En *Proceedings of the First International Congress on Construction History*. Ed. S. Huerta. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1023–1032.

Grimaldi, Giacomo. [1620] 1972. *Descrizione della basilica antica di S. Pietro in Vaticano*. Città del Vaticano.

Lauffray, Jean. 1998. Contribution à l'Histoire de la Charpenterie - une repésentation de ferme à poinçon suspendu en Syrie du nord au VI siècle. *Syria*. 75: 225–230.

Lemerle, Frédérique. 2000. *Les Annotations de Guillaume Philandrier sur le De architectura de Vitruve -Livres I à IV*. Paris: Picard.

Leonardo da Vinci. [1493–1505] 1992. *Il Codice Foster II*. Marinoni, Augusto ed. Firenze: Giunti Barbèra.

Letarouilly, Paul. [1840–1857] 1874. *Edifices de Rome moderne, ou Recueil des Palais, maisons, églises, couvents et autre monumets publics et particuliers les plus remarquables de la ville de Rome*. Paris: Morel.

Licht, Kjeld de Fine. 1968. *The Rotunda in Rome, a study of Hadrian's Pantheon*. Copenhagen: Jutland archeological society, Publications VIII.

Masi, Girolamo. 1788. *Teoria e pratica di architettura civile per istruzione della gioventù specialmente romana dedicata all'illustrissimo Signore il Signor Conte di Carpegna*. Roma: Antonio Fulgoni.

Munafò, Placido. 2002. *Le capriate lignee antiche per i tetti a bassa pendenza*. Firenze: Alinea Editrice.

Palladio, Andrea. [1554–1579] 1988. *Scritti sull'architettura*. Edito da Lionello Puppi. Vicenza: Neri Pozza.

Papi, Donatella (ed.). 1995. *Roma Sacra*. Soprintendenza per i Beni Artistici e Storici. Roma: Elio De Rosa.

Sackur, Walter. 1925. *Vitruv und die Poliorketiker, Vitruv und die christliche Antike. Bautechnisches aus der Literatur des Altertums*. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

Scamozzi, Vincenzo. 1615. *L'Idea dell'architettura universale*. Venezia.

Scavizzi, C. Paola. 1983. *Edilizia nei secoli XVII a XVIII a Roma. Ricerca per una storia delle tecniche*, Ministero per i beni culturali ed ambientali, Ufficio studi, Quaderni, Nr. 6, Roma.

Serlio, Sebastiano. 1584. *L'architettura, libri cinque*. Francesco de Franceschi: Venezia.

Taccola, Mariano di Jacopo detto il. [1427–1441] 1984. *De ingegneis – liber primis leonis, liber secundus draconis, addenda*. Edito da Gustina Scaglia, Frank D. Prager, Ulrich Montag. Wiesbaden: Ludwig Reichert Verlag.

Tampone, Gennaro. 1989. *Il Restauro del Legno*. Firenze: Cardini.

Torrigo 1639, 127–128;

Valadier, Giuseppe. [1831] 1992. *L'architettura pratica dettata nella scuola e cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca*. Roma: Sapere 2000.

Valeriani, Simona. 2004. *Beiträge zur Geschichte der Kirchendächer in Rom*. Berlin: Diss. T.U.

Zabaglia, Nicola. 1743. *Contignationes ac pontes Nicolai Zabaglia, Romae. Castelli, e ponti di Maestro Niccola Zabaglia con alcune ingegnose pratiche e con la descrizione del trasporto dell'obelisco vaticano, e di altri del Cavaliere Domenico Fontana*. Roma: Stamperia di Niccolò e Marco Paglierini.

Zorzi, Giangiorgio. 1959. *I disegni delle Antichità di Andrea Palladio*. Venezia: Neri Pozza.

Zorzi, Giangiorgio. 1961. I disegni delle opere palladiane pubblicate ne «I 4 libri» ed il loro significato rispetto alle opere eseguite, *Bollettino C.I.S.A.*, 3: 1961a, 12–17.

Zorzi, Giangiorgio. 1968. L'interpretazione dei disegni palladiani fatta da Bertotti Scamozzi e le principali deviazioni dei disegni bertottiani rispetto alla realtà, *Bollettino C.I.S.A.*, 10: 1968a, 97–111.

Materiales, técnicas y sistemas de construcción en la arquitectura celtibérica de la primera Edad del Hierro

Fernando Vela Cossío

El Sistema Ibérico y sus áreas adyacentes constituyen, desde el siglo VI a. C., el substrato geográfico sobre el que se extiende el universo cultural celtibérico. En sus primeras fases de desarrollo encontramos pequeños núcleos de población en altura en el Alto Tajo, el Alto Jalón y la Serranía de Cuenca, pero desde finales del siglo IV a.C. se manifiesta el abandono progresivo de los primitivos núcleos de asentamiento y la aparición de nuevas ciudades que, en la fase final del progreso de esta cultura, se convierten en grandes núcleos urbanos que conviven y comparten el protagonismo con los conquistadores romanos, quienes consideraron a los celtíberos detentadores de un elevado índice de civilización.

A juzgar por la lengua que hablaban (que conocemos parcialmente en sus caracteres adoptados de la ibérica) y del estudio de la gran cantidad de restos de su cultura material que conservamos (armas, cerámicas, adornos, sepulturas, etc.) se deduce que los celtíberos debieron ser los pueblos históricos más genuinamente celtas de nuestra península. Parece evidente que los rasgos más marcados de la cultura celtibérica (que pueden observarse ya a finales del siglo VII a. C.) dependieron de un largo desarrollo iniciado en los siglos precedentes. El problema parece encontrarse en valorar hasta qué punto las influencias atlánticas y meridionales, así como las autóctonas, modelaron la «cultura celta» para convertirla en la celtibérica. Puede pensarse que la arquitectura, el urbanismo y la distribución territorial de la cultura europea céltica surgieron de la confluencia de las tendencias protocélticas y de la Edad del Bronce con las transformaciones y difusiones culturales que caracterizan la Edad del Hierro, en la que se potencia el «progreso» de la arquitectura y la organización urbana, dando lugar a una serie de invariantes de carácter digamos europeo, al margen de otros matices menores. Estos invariantes fueron hallados en su fase avanzada de desarrollo por los conquistadores romanos, facilitándose así la aculturación y romanización de los pueblos célticos.

Los pueblos celtas no serían en conjunto sino una de las ramas de las gentes de ascendencia indoeuropea que integraron la cultura europea de los Campos de Urnas. En la Península Ibérica, por su posición de enclave cultural y comercial entre Europa y el Mediterráneo, tendrá lugar un proceso evolutivo muy interesante, pues no debemos perder de vista que, además de la irradiación de los Campos de Urnas en la Península, se darán cita en ella por lo menos otras dos «corrientes» culturales que influyen sobre la fisonomía del período: la de los pueblos colonizadores que, como los fenicios, contactaron con los grupos indígenas sobre los que se desarrolla la cultura tartésica, de tan fuerte ascendiente hasta mediados del siglo VI a. C. cuando la actividad cultural se desplaza hacia Andalucía oriental mientras se afianza la cultura ibérica, relacionada con las nuevas oleadas de colonizadores griegos; y la «familia Atlántica» que relacionaba el Occidente de la Península Ibérica con otras regiones atlánticas y europeas en una serie de intercambios materiales y culturales que tuvieron su

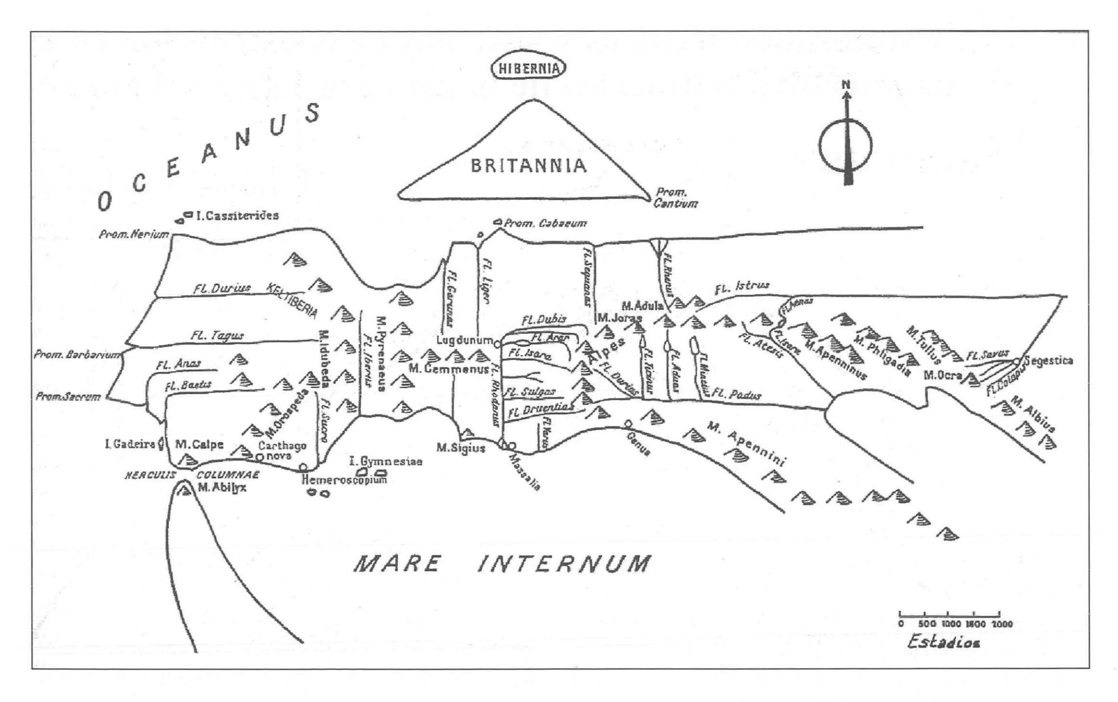


Figura 1

punto álgido durante el Bronce Final, a finales del segundo milenio, cuando en Europa se daba precisamente la serie de movimientos de las gentes de los Campos de Urnas que acabarían afectando a la propia Península. Las gentes de los Campos de Urnas debieron cruzar los Pirineos en torno al 1100 a. C. (Cerdeño 1999, 31). Si bien la llegada de los indoeuropeos no tuvo lugar necesariamente de forma masiva, la potencia de sus aportes culturales era tal que se impuso rápidamente por Cataluña y el Valle del Ebro, y después por los territorios orientales de la Meseta. Puede que este avance estuviera determinado por el agotamiento sucesivo del suelo, cuando no por el aumento excesivo de la densidad de población con respecto a la explotación del mismo (Ruiz-Gálvez 1988, 78). La aportación más significativa de estos grupos la constituye el rito funerario de la incineración del cadáver (práctica que, de hecho, da nombre a su cultura) pero para nosotros resulta mucho más relevante resaltar el hecho de que con su llegada parece generalizarse un nuevo modelo de ocupación del territorio y los poblados comienzan a organizarse a partir de un eje longitudinal en el que se disponen las viviendas. Éstas son de planta rectangular y están divididas en dos o tres partes: un zaguán, una habitación central y ocasionalmente una despensa, en un tipo que puede relacionarse con el de otras culturas arquitectónicas centroeuropeas contemporáneas.

CASTROS, TERRITORIO Y VIVIENDA

La evolución de la cultura celtibérica desde el siglo VI a. C. en adelante pone de manifiesto el notable progreso de los primitivos y pequeños poblados de carácter silvo-pastoril hasta la aparición de verdaderas ciudades que nos indicarían, siguiendo a Cerdeño (1999, 50), la consecución de una estructura de carácter pre-estatal. Pero en todo caso, la agrupación urbana característica que define la forma de hábitat de los celtíberos es el castro, su típica ciudadela situada en altura y amurallada. Los castros suelen ser de reducido tamaño y hallarse próximos entre sí, en una red de asentamientos dispersos de reducidas dimensiones, pues no suelen sobrepasar la hectárea de

extensión. Para su localización debieron de buscarse zonas amesetadas que dominasen las zonas fértiles de los valles circundantes, de manera que, como vemos, las ventajas económicas y defensivas parecen unirse en la elección de los lugares de emplazamiento de los castros. Una calle central organiza el territorio urbano y las casas aparecen adosadas unas a otras, con una pequeña prolongación de muretes de cierre para retener al ganado durante la noche. Los poblados con más densidad de población constaban de varios barrios, distribuidos a su vez como se acaba de reflejar. Es probable que los celtíberos recogiesen las tradiciones urbanísticas de los Campos de Urnas aunque demostrando predilección por los poblados fortificados y en altura, con las vías de acceso defendidas por el sistema de piedras hincadas. En el interior, las viviendas se disponían en torno a una calle principal y compartiendo medianera, elementos que tomaban de la tradición indoeuropea. El verdadero elemento diferenciador en la acepción correcta de la palabra «castro» es la existencia de viviendas claramente individualizadas y definidas, lo que distancia el urbanismo de los castros del de otros recintos fortificados, por un lado, y de otras agrupaciones urbanísticas más extensas, por el otro. Para el profesor Almagro-Gorbea (1994, 15) «Castro es un poblado situado en un lugar de fácil defensa reforzada con murallas, muros externos cerrados y/o accidentes naturales, que defiende en su interior una pluralidad de viviendas de tipo familiar y que controla una unidad elemental de territorio, con una organización social escasamente compleja y jerarquizada».

En cualquier caso debe resaltarse la relación del urbanismo y la arquitectura celtibéricas con la de los Campos de Urnas; el modelo ya descrito se mantiene casi sin variaciones durante la Edad del Hierro y parte, evidentemente, de condiciones anteriores y latitudes diferentes a juzgar por su dilatada extensión geográfica y temporal en por Europa. De hecho, la multitud de castros documentados en las provincias de Guadalajara, Soria y otros lugares de la Meseta tienen relación clara con los poblados identificados en el Valle del Ebro (Cortes de Navarra, Cabezo de Monleón) que poseen niveles antiguos que se remontarían al Bronce Final. El territorio del actual Aragón contiene la mayor parte de las ciudades celtibéricas de que se tiene noticia, lo cual aludiría al papel de vía de comunicación y de entrada que siempre tuvo el Valle del Ebro; el hecho de sí las ciudades celtibéricas podrían equipararse a las «ciudades estado» griegas, cuya influencia no puede descartarse, merecería una documentación y discusión que exceden el propósito de estos comentarios. En todo caso, y siguiendo de nuevo a Almagro-Gorbea (1993, 150), «las fases iniciales de los castros evidencian aún la metalurgia del Bronce . . . y casas de planta redonda . . . Estas pervivencias evidencian su dependencia del citado sustrato de transición del Bronce Final a la Edad del Hierro . . . Paralelamente, se puede advertir una lógica evolución en la organización urbanística de los castros. A la fase inicial, carente de «urbanismo», sucede posteriormente una tendencia a urbanismo de tipo «cerrado» . . . con casas de medianiles comunes y muro hacia el exterior a modo de muralla . . . Finalmente, la última fase de los castros ofrece ya un urbanismo con calles, que resulta característico de los oppida o grandes poblados de tipo protourbano».

Las influencias y los contactos mediterráneos conferirán a los supuestos celtas hispánicos una personalidad rica y acusada que, cargada de elementos orientalizantes, les acercará a la cultura clásica y les introducirá en la protohistoria (entendida en su sentido cultural y no sólo cronológico) mucho antes que a los restantes pueblos célticos europeos, cuyas guerras con los romanos y cuyo aislamiento cultural aún se prolongarán en un juego constante de avances y retrocesos. En general, el castro se convierte en el núcleo esencial de población característico de la Edad del Hierro en el cuadrante Noroccidental de la Península —desde el Valle del Ebro al Sur del Guadiana— según la comprensión amplia de la región que tiene Almagro, «lo que equivale a la llamada Hispania Céltica» (Almagro-Gorbea 1994, 18).

El hábitat y la arquitectura doméstica en el mundo celtibérico

Las gentes de la cultura de los Campos de Urnas debieron llevan entre su bagaje cultural el modelo de la vivienda de planta cuadrangular a la que hemos aludido. En este esquema, la vivienda se organiza básicamente en dos partes: zaguán delantero y habitación principal (a veces con una despensa); es decir, la típica disposición de mínimos característica de la Centroeuropa de la Edad del Hierro que responde a un tipo ancestral: el Mégaron, bien conocido en el Me-

diterráneo Oriental desde el Neolítico y a cuyo patrón pertenecen las viviendas micénicas y las de Troya en la Edad del Bronce (Ruiz-Gálvez 1988, 78).

Hay que insistir en la importancia de la expansión de la planta cuadrangular, que señala, en principio, un avance urbanístico y arquitectónico relacionado quizá con un cambio en las condiciones de la organización social. Sería sin embargo extremadamente difícil en el caso de los celtíberos precisar si la forma de las viviendas derivó finalmente de los cambios estructurales que debieron preparar la adopción de una nueva tipología, o por el contrario vino establecida de antemano por la irradiación cultural de los Campos de Urnas y precedió o acompañó desde el principio los cambios sociales que poco a poco habrían de materializarse.

Los materiales más antiguos en algunos castros nos remiten a los siglos XVI–XIII a. C. con el complejo formativo previo a la cultura de Las Cogotas, en yacimientos como el propio de Las Cogotas (Ávila), Ecce Homo (Madrid) o Cauca (Segovia): se trata de asentamientos similares a primitivos castros pero cuya organización interna y distribuciones microespaciales resultan difíciles de determinar. El complejo de Cogotas I se extiende por la meseta a partir del Bronce Final (XII–IX a. C.) con su panorama de lugares llanos (excepto algunos en zonas elevadas) informados por casas ovaladas de trazado indeciso y utensilios y basureros que reflejan la existencia de una economía ganadera-agrícola. La «etapa formativa», como debemos imprecisamente denominarla, abonará el largo proceso de solidificación de las fórmulas que llevan al hábitat castreño. Después encontramos una fase inicial (siglos VII–VI a. C.) en que los castros se generalizan por el territorio con su falta palpable de planificación y las viviendas de planta circular que parecen consustanciales a ella y que irían transformándose progresivamente en cuadrangulares, a excepción de lo que ocurre en el noroeste peninsular, donde las casas

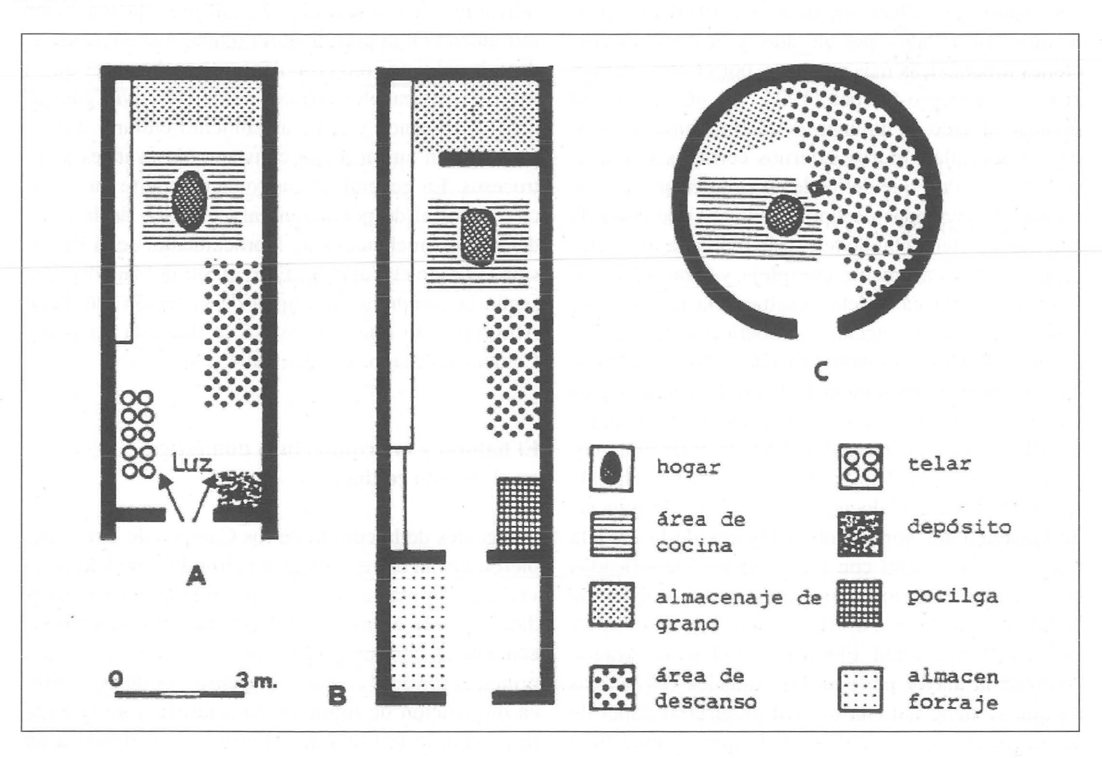


Figura 2

circulares y ovaladas perdurarán sin evolucionar hasta constituir el modelo regional establecido (Romero Masiá 1976, 55–65).

Materiales y sistemas de construcción de la protohistoria en la Península

En casi todas las áreas centrales de la Península, pero especialmente en la Meseta Norte, en las serranías del sistema Ibérico y en el Valle del Ebro, vamos a observar el empleo sistemático, y combinado, de los tres materiales principales de la construcción: la piedra, la tierra y la madera. La arquitectura de la Edad del Hierro que ha podido ser exhumada en los trabajos arqueológicos llevados a cabo en estas comarcas veremos constituye un catálogo relativamente completo, de manera que a los trabajos clásicos de referencia general sobre el urbanismo, la arquitectura y la vivienda en la protohistoria peninsular (Almagro 1952; Arribas 1959; Balil 1972; Maluquer 1951 y 1982; García y Bellido 1985) se han podido ir incorporando otras aportaciones más particularizadas que han ido confirmando, mediante ejemplos concretos, los principales tipos edilicios y los materiales y sistemas de construcción utilizados. En nuestro caso particular, nos hemos esforzado en el estudio de la construcción protohistórica con tierra en una contribución al estado actual de esta cuestión que ha sido publicada en las Actas del II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (Vela Cossío, 2004).

Construcción con tierra: tapial, adobe y barro

Sobre empleo de tapial en los yacimientos prehistóricos de la Península pueden destacarse las referencias a yacimientos calcolíticos y de la Edad del Bronce. Entre los primeros se encuentran Los Millares (Almeria) Parazuelos (Murcia) o El Cerro de la Virgen (Orce, Granada). En todos los casos se trata de referencias relativas a las fortificaciones. Para el Bronce Antiguo y Medio debemos destacar, sobre todo, los poblados argáricos. Creemos que en casi todos ellos, más que de tapias debe hablarse de muros de mampostería de piedra de dos hojas, con relleno interior de tierra, quizá apisonada o compactada, o de barro y cantos de piedra (muy probablemente); pueden consultarse, además de las obras de los Siret, los trabajos de Llul (1983) y de Pellicer (1986, 207–264). En yacimientos de la «cultura de las Motillas», como el de Azuer, en Daimiel, se han podido estudiar fortificaciones de muros de doble hoja de mampostería de piedra con relleno de barro y cantos (Maluquer 1982, 18). En el estudio de yacimientos de la Edad del Bronce abundan, en general, las referencias al empleo de «adobe y tapial» (sic) por lo que nos inclinamos a pensar también en la posible confusión de sistemas de construcción de tierra amasada (barro) con sistemas de tierra apisonada (tapial). Podemos suponer que, sobre todo en la construcción de viviendas, es corriente el empleo de sistemas primitivos de encestado, en los que la madera juega un papel determinante desde el punto de vista estructural, puesto que se dispone como elemento de soporte, mientras la tierra (que se aplica proyectada, amasada con agua en forma de barro) sirve únicamente de revestimiento y cerramiento de dicha estructura. En el epígrafe correspondiente al empleo de la madera en la construcción prehistórica tendremos ocasión de extendernos un poco más sobre esta cuestión.

Por lo que respecta al empleo del sistema constructivo del tapial durante las etapas protohistóricas, las referencias también son escasas. Asensio Esteban se hace eco de la aparición de construcciones de tapial en el Valle del Ebro y se refiere a la localización de ejemplos aragoneses al respecto, citándose los turolenses de El Cabezo de Alcalá (Azaila), Castillejo de la Romana (La Puebla de Híjar) y El Palao (Alcañiz), así como el de Cabezo de Miranda (Julisbol) en Zaragoza (Asensio Esteban 1995, 27). Para Maluquer (1982, 19), en yacimientos tartésicos como Carambolo Bajo o el castro de Setefilla (Sevilla) «los materiales de construcción son, naturalmente indígenas: piedra y barro (tapial y adobe); pero la técnica de labra de la piedra es exótica». Esto nos hace pensar en la confusión entre revocos o enlucidos de barro con el uso de la técnica del tapial. Asensio Esteban (1995, 25–28) y Burillo (1985, 115) señalan su aparición en el Valle del Ebro en época ibérica, pero no ofrecen ejemplos concretos de su utilización. El propio Asensio Esteban se extiende en su trabajo en la disposición de los zócalos de piedra para aislamiento del terreno, señalando por último que «el único problema en este procedimiento constructivo . . . consiste en encontrar la proporción entre la anchura y la altura de las porciones, para conseguir así un secado uniforme y evitar la aparición de grietas»

(Asensio Esteban 1995, 27), lo que pone de manifiesto su desconocimiento de los fundamentos de la construcción con la técnica del tapial, en la que el reto tecnológico principal del constructor es, precisamente, el del diseño correcto del sistema de encofrados (cajón), siendo irrelevante la aparición de grietas en la superficie exterior del paramento, sobre todo si tenemos en cuenta que se trata de un muro de gran espesor (superior a los 40/60 cm).

El adobe se encuentra mucho mejor documentado por la investigación arqueológica. Asensio Esteban (1995, 32) hace referencia a la presencia del adobe en la construcción desde el Calcolítico, sin precisar si se trata de una tradición importada de otras áreas del Mediterráneo o puede decirse que conoció un desarrollo autónomo en la Península Ibérica. Respecto a la clasificación de los adobes según su tamaño, el trabajo más completo de que disponemos es el ya citado del mismo autor, que se extiende en la descripción de distintos módulos sobre los que se detiene, además, para llevar a cabo apreciaciones de carácter territorial en las que parece demostrar que, al menos en el Valle del Ebro, responden a una serie de grupos que se relacionan con los conocidos en el Mediterráneo: módulo Antiguo de 15 × 9 × 7 cm (para Asensio sin referentes en el Mediterráneo y que nos parece, decididamente, muy pequeño), módulo 30 × 20 × 10 cm (alejado de los módulos romanos, que no son de un pié, sino de dos o de pié y medio), módulo 40 × 29 × 14 cm y módulo 50 × 30 × 10 cm.

El adobe es un material de construcción muy bien documentado en los yacimientos españoles, sobre todo durante la protohistoria, aunque los investigadores ofrecen referencias de su empleo desde etapas muy anteriores. Así, la técnica del adobe es perfectamente conocida y comúnmente usada en muchos poblados calcolíticos y se ha documentado, al parecer, en Almizaraque (Almeria) y Valencina de la Concepción (Sevilla), entre otras localizaciones. En el poblado argárico del Cerro de la Virgen de Orce (Granada) se han podido describir cabañas con muros de fábrica de adobe sobre zócalo de mampostería aunque en la mayoría de los poblados argáricos hemos podido constatar que se utilizan principalmente fábricas de mampostería tomada con barro, ya sean de lajas o concertadas, como en otros muchos yacimientos de Levante y en Las Motillas de La Mancha, en los que puede decirse que sucede de la misma forma. En Teruel, en el yacimiento de Castillo de Frías (Albarracín) se han excavado también, según parece, estructuras de adobe (Pellicer 1986, 311).

Por lo que respecta a la protohistoria, el uso del adobe en muros de fábrica está bastante mejor documentado. Aunque no es corriente en las áreas atlánticas de la Península, la presencia del adobe en el Bronce Final de la Meseta parece incuestionable, tanto en poblados de llanura como en cerros. En los primeros se han querido interpretar además los fondos de cabaña como el resultado de la excavación del terreno para la obtención de la propia materia prima para construir (Almagro 1986, 366). Ya entrado el primer milenio, podremos ver el uso del adobe en yacimientos catalanes de la Cultura de los Campos de Urnas Recientes, como es el caso de Molá, donde se documentaron casas rectangulares de piedra y adobe. Durante la Edad del Hierro el adobe es material de uso común en buena parte de la Península. Está bien documentado, como veremos, en los principales yacimientos del valle del Ebro, sobre todo en el de Cortes de Navarra (Asensio Esteban, 1995; Maluquer, 1954; 1958; 1982; 1985; 1990). Asensio Esteban (1995, 49–50) ofrece referencias de tamaños de módulos principalmente alavesas, como La Hoya (Laguardia), y aragonesas, como Alto Chacón, Cabezo de Alcalá en Azaila, La Puebla de Híjar, La Caridad y otros yacimientos de Teruel y de Zaragoza, como Herrera de los Navarros o Los Castellazos, pero incluye algunas reseñas de yacimientos más meridionales, como Borriol (Castellón) (García y Bellido, 1985), Puntal del Llops (Valencia), o el Cerro de las Cabezas en Ciudad Real. Las variaciones son tan llamativas (con longitudes entre 48 y 14 cm) que puede dudarse de la fiabilidad de alguno de estos datos, si bien la mayor parte oscila en módulos aproximados de 40/30 x 20/15 x 10/8 cm. En las comarcas orientales de la Meseta también está clara su presencia; en El Ceremeño (Herrería, Guadalajara), un yacimiento sobre el que tendremos ocasión de extendernos en las páginas siguientes, se han podido documentar adobes del siglo VI a. C. (Cerdeño, 1995; Cerdeño, 2002) En la Meseta meridional, además del ya citado Cerro de las Cabezas, es bien conocido en yacimientos como Plaza de Moros (Toledo), un poblado del siglo IV a. C. en el que se han podido estudiar con gran precisión las características y el tamaño de los bloques gracias a la excelente conservación de los restos de muros de fábrica de adobe, dispuestos en paramentos de uno y dos pies de espesor aproximadamente. Se

han documentado así piezas rectangulares (de 29 × 15 × 8 cm y de 30 × 22 × 10 cm) y piezas cuadradas (de 29 × 29 × 8 cm) (Urquijo y Urbina 2000, 19). Los muros aparecen con un revoco de barro mejorado con paja que se extendía a mano, habiendo quedado marcadas las improntas de los dedos de los individuos que los aplicaron (Urquijo y Urbina 2000, 20). El yacimiento presenta además una serie de aspectos complementarios de gran interés, como es la conservación de paños de fábrica de adobe de gran altura (hasta 2 m) y la documentación del empleo de sistemas de entramado de madera con relleno de plementería de adobes colocados «a espina de pez», bien visibles en los derrumbes que se han conservado de estas estructuras (Urquijo y Urbina 2000, 19). El yacimiento ha dejado a la luz el empleo de enlucidos de barro y cal en paramentos verticales y pavimentos.

Para terminar con este somero repaso del uso del adobe en nuestra protohistoria sólo resta añadir que, por supuesto, aparece documentado en algunos yacimientos tartésicos, pero sobre todo, y como es natural, en los principales yacimientos Ibéricos, en los que a pesar de su gran dispersión regional, predominan las variables típicamente mediterráneas, que favorecen el empleo de la tierra cruda en la construcción. En este sentido, los yacimientos mejor estudiados son los catalanes así como algunos del Levante y el Sudeste Ibérico. García y Bellido ofrece una interesante referencia procedente de Borriol (Castellón) en la que nos informa sobre adobes de 40 x 30 x 10 cm que incluyen marcas en forma de cruz en sus dos caras mayores, «incisiones hechas con un hierro, sin duda con el fin de facilitar su ligazón en la obra» (García y Bellido 1985, 248).

Por lo que se refiera a los morteros de barro son así utilizados de manera habitual como argamasa y como revestimiento de estas distintas clases de fábricas, y también para conformar la impermeabilización y el acabado, tanto interior como exterior, de muchas estructuras de cerramiento y de cubrición ejecutadas con madera o fibras vegetales trenzadas. El uso del barro en la construcción tiene antecedentes remotos; para Asensio Esteban el «manteado» es «el procedimiento más antiguo del empleo del barro como material de construcción» (Asensio Esteban 1995, 25). En el Neolítico europeo lo veremos como material para la ejecución de los cerramientos en las viviendas alargadas de las zonas loéssicas. Éstas edificaciones están ejecutadas mediante una estructura de madera a base de postes sobre la que se dispone un entretejido de elementos vegetales, a modo de encestado, que después se recubre con barro tanto por su cara exterior como por el interior del paramento. Se supone que este tendido de barro se llevaba a cabo en varias capas de aplicación, progresivamente más delgadas, hasta conformar un cerramiento homogéneo que protegiese las viviendas de la acción del agua y el viento. Por otra parte, los muros construidos con tierra, bien sean de tapial, de fábrica de adobe, armados o entramados de madera con plementería de adobe, pueden perdurar durante años sin necesidad de revestimiento alguno siempre que se encuentren debidamente protegidos, en especial del ataque del agua, pero un buen acabado exterior mediante la aplicación periódica de un tendido de barro, mejorado con paja para evitar retracciones y fisuras, garantiza una mucho vida más duradera. También es corriente encontrar morteros de barro en toda nuestra prehistoria como revestimiento y enlucido de muros de piedra. En yacimientos de la «cultura de las Motillas», como Azuer, se han descrito bien enlucidos de barro (Maluquer, 1982). En todo el área atlántica, en la que predomina el sistema de construcción de muros mediante fábricas de mampostería de piedra, la argamasa es siempre de barro ocasionalmente mejorado con cal, un material del que aunque aún sabemos poco sobre su empleo en tiempos protohistóricos. García y Bellido se refiere a su empleo en yacimientos ibéricos (García y Bellido 1985, 249). El barro es también uno de los materiales que más abundan en la ejecución de los cerramientos y soluciones constructivas de tipo encestado. Éstos nos muestran una base estructural de carácter leñoso, pero se revisten posteriormente mediante la aplicación de un tendido de mortero o entortado de barro. Este sistema debió de ser habitual en muchos poblados argáricos (Llul, 1983) y del Bronce Final de la Meseta, en los que es corriente la presencia de estructuras de madera con cerramientos ejecutados mediante la aplicación de revestimientos de barro (Almagro-Gorbea 1986, 368). Para los yacimientos interiores granadinos se refiere Lull a la presencia, de suelo a techo, de «tapial encofrado por postes, ramas y otros materiales perecederos» (Lull 1983, 454), después de haber comentado que «las techumbres en todos los casos en que se han podido detectar restos, suelen estar compuestos de ramas y barro y ocasionalmente vigas de

madera a modo de contención» (Lull 1983, 453). También es corriente la impermeabilización de cubiertas mediante la extensión de embarrados muy arcillosos, y por tanto impermeables, sobre las cubiertas vegetales de barda. Estas soluciones son muy habituales, como luego veremos, en el Valle del Duero. En yacimientos como el de los Tolmos de Caracena (Soria) se han estudiado casas circulares de estructura de ramaje y revestimiento de barro de gran similitud con edificaciones de la Edad del Hierro en áreas centroeuropeas y atlánticas.

Algunos yacimientos representativos

El yacimiento de Cortes de Navarra puede decirse que constituye un caso excepcional. García y Bellido lo incluye entre las ciudades antiguas de la Península Ibérica (García y Bellido 1985, 79) destacando además su larguísima ocupación, entre el siglo IX y el V a.C. Balil se refiere al mismo como un tell y se hace eco de la superposición de siete niveles diferenciados (Balil 1972, 20–21):

> Las casas fueron construidas utilizando, casi exclusivamente, el tapial y el adobe, puesto que el asentamiento se halla en una extensa llanura aluvional sin otros materiales líticos que los cantos rodados . . . No obstante, hallamos en estas viviendas un notable uso de la madera y un conocimiento de la técnica del entramado que no tiene paralelos modernos . . . Esta familiaridad en el uso de la madera como material constructivo no parece proceder de una técnica creada in loco sino de una tradición desarrollada en el centro de Europa e introducida en España. La técnica de los maderos insertados en el adobe o tapial, a modo de entramado, o las complicadas armazones de los techos no pueden desarrollarse en poco tiempo. Parece incluso que existe una relación entre esta técnica y las del adobe puesto que a medida que se perfecciona la construcción en este material se reduce el uso de la madera.

Descubierto casualmente en 1947, fue Taracena su primer director, encargándose posteriormente de su excavación el profesor Maluquer de Motes, que lo ha estudiado en profundidad desde mediados del siglo XX (Maluquer de Motes 1954; 1958; 1985; 1990). El yacimiento abarca una secuencia estratigráfica muy amplia, desde la Edad del Bronce avanzado hasta la primera Edad del Hierro, y puede decirse que es una referencia obligada en los estudios de la prehistoria europea. A las excavaciones de los años cincuenta, de las que se presentaron resultados en su día (Maluquer 1954 y 1958), han seguido tres campañas de excavación en los años ochenta (1983; 1986; 1988).

En Cortes de Navarra se han podido estudiar, muy detenidamente gracias al estado de conservación del yacimiento, distintas viviendas que corresponden al menos a tres momentos diferentes. Los detalles que el yacimiento ha facilitado para el estudio de la construcción de las viviendas y de su distribución interior han servido para conocer el modelo de vivienda protourbana del valle del Ebro y Cataluña en la época protoibérica e ibérica, hasta el siglo V a.C. (Maluquer de Motes 1982, 20). Según describe Maluquer, todas las casas del poblado son de barro, construidas con la técnica del adobe (salvo una excepción). Los muros se levantan sobre un zócalo de piedra sin cimentación y están revocados con barro, revoco que en el interior presenta una capa de pintura roja. La planta es rectangular, alargada y estrecha, predominando los ejes Norte-Sur. La anchura es variable, entre 2 y 6 metros, como lo es la longitud, que alcanza en algunas casas los 16 metros o más. La planta está organizada en dos partes: vestíbulo delantero, abierto a la calle, y sala interior. El primero tiene forma cuadrada y está separado de la sala mediante una pared maestra en la que se sitúa la puerta. La sala constituye el centro de la vida familiar, dispone de un hogar colocado en el centro, a lo largo del eje del edificio, y de un banco corrido en una de las paredes laterales con una anchura de unos 50/60 cm. Estos bancos corridos debieron servir de estante para guardar los enseres y como mesa de trabajo en las tareas domésticas, sobre todo de preparación de los alimentos. Por encima de este banco se observan ganchos y perchas de cerámica, de madera y de cuerda, clavados o embutidos en el propio muro, para colgar cosas. Al fondo de la sala principal se destina a despensa, guardándose los alimentos en tinajas, sobre peldaños bajos o directamente sobre el suelo. Los muros, como ya hemos dicho, se encuentran revocados y pintados por su cara interior, a veces incluso con una decoración a base de cenefas con motivos de triángulos rellenos o vacíos o con rayados oblicuos, en las zonas próximas a la techumbre. Los pavimentos son de tierra endurecida y abrillantada por un cuidadoso y constante barrido (Maluquer de Motes 1982, 21–22).

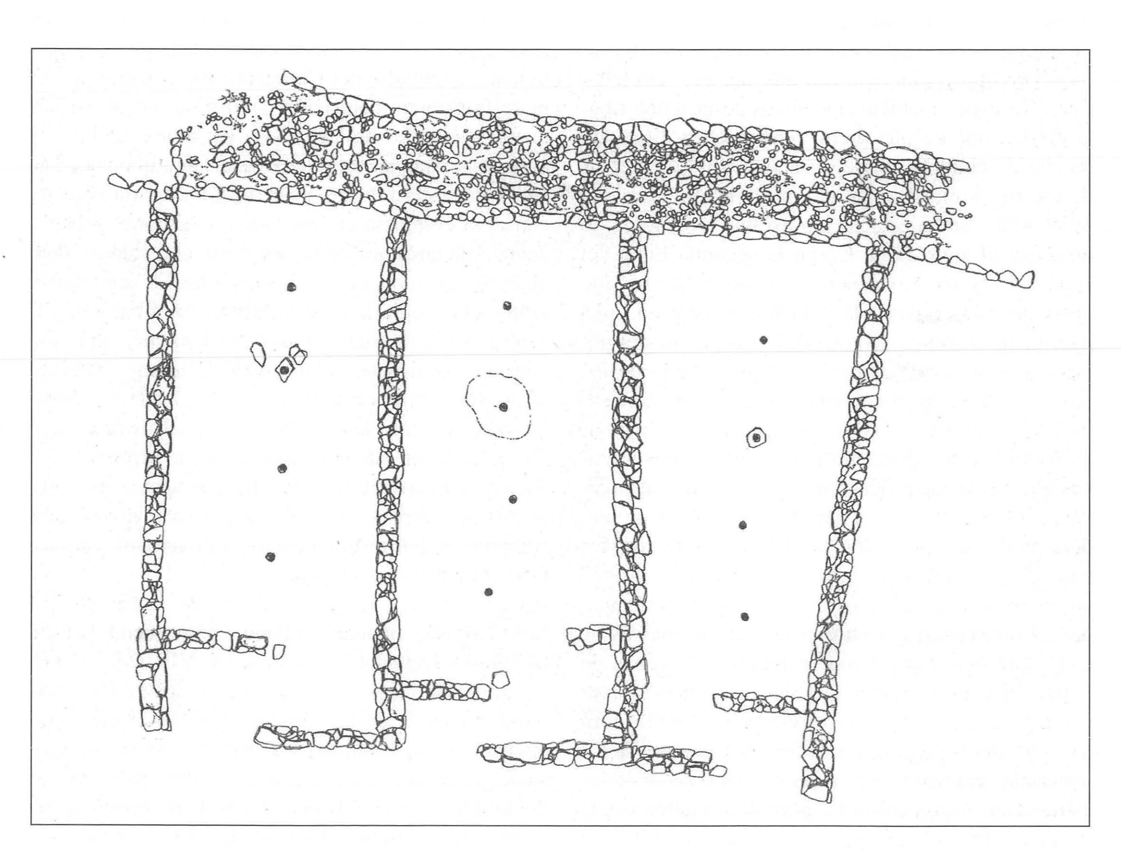
El otro yacimiento al que hemos querido referirnos es el castro celtibérico de El Ceremeño (Herrería, Guadalajara). Se trata de un hábitat fortificado en altura en el que se vienen realizando excavaciones arqueológicas desde hace más de veinte años, a lo largo de las cuales se ha conseguido dejar al descubierto una parte importante de su superficie de manera que constituye uno de los pocos poblados celtibéricos excavados en extensión, no solo de la propia provincia de Guadalajara sino también de todo el territorio de la antigua Celtiberia. Las excavaciones efectuadas en el Ceremeño ponen de manifiesto la existencia de dos poblados superpuestos, conservados en excelentes condiciones, sobre todo en los lados Oeste y Sur del cerro por donde discurre la línea de la muralla; en la zona Este, en la que se encuentra la entrada principal del castro, ha padecido una mayor erosión por lo que el nivel superior se ha visto arrasado. Los materiales recuperados en el primer nivel descrito en el yacimiento no han sido demasiado abundantes y predominan los fragmentos cerámicos mayoritariamente de tipo celtibérico, con más del 80% del total. Entre los escasos objetos metálicos destaca una fíbula anular, una de pie vuelto rematada en disco, un broche de cinturón ibérico y numerosos fragmentos de hierro en mal estado de conservación (Cerdeño 1989, 198). Se ha establecido así una cronología no posterior al siglo III a. C., en la segunda Edad del Hierro. La primera ocupación del castro, que ha sido denominada Ceremeño I, se identificó bajo un nivel intermedio de abandono. En distintos puntos del poblado puede verse la nivelación que se hizo de los muros antiguos, para construir sobre ellos las viviendas descritas en la fase Ceremeño II. Este primer asentamiento fue destruido por un gran incendio cuyas huellas se identifican en toda la superficie excavada, sobre todo por los numerosos tablones de madera quemada procedentes del derrumbe de las cubiertas que, prácticamente, dejaron sellado el nivel de ocupación. De algunos de estos tablones quemados se obtuvieron muestras para realizar análisis de C-14 que han dado como resultado las fechas de 530+/–80 y 430+/–200 a. C. Estas dataciones absolutas, a pesar de su elevada variación estadística, unidas a los datos proporcionados por la tipología de los materiales encontrados y a las características de las estructuras arquitectónicas, permiten mantener una fecha del siglo VI a. C. para la primera ocupación del Ceremeño (Cerdeño 1989, 98).

El conjunto de datos obtenidos en la fase I de El Ceremeño permite avanzar una fecha del siglo VI a. C. Tanto el trazado urbano como las estructuras domésticas responden a un modelo habitual durante el Bronce Final y la primera Edad del Hierro del valle del Ebro; en concreto, la vivienda tripartita presenta claros paralelos con el nivel PIIb de Cortes de Navarra. Las cerámicas a mano responden a formas claramente herederas de los modelos de Campos de Urnas y están presentes en todos los yacimientos del período protoceltibérico y Celtibérico Inicial de la región, como los poblados de La Coronilla, El Palomar I, El Turmielo o las necrópolis de Molina y Sigüenza I. La fase antigua del poblado se asienta directamente sobre las margas terciarias que forman la base geológica del cerro. La superficie de los muros de las viviendas comenzó a aparecer tras un nivel de escasa potencia, considerado como el momento de abandono que lo separa del poblado superior, aunque en algunos casos los muros de las viviendas de la segunda fase apoyan sobre la superficie nivelada de éstos antiguos. La muralla del Ceremeño fue construida durante la primera ocupación —su base encaja en las margas naturales del cerro— y los muros de las viviendas se apoyan sobre ella de manera que hace las veces de testero de las mismas. La muralla sólo se conserva completa en sus lados meridional y occidental, mientras que en la ladera oriental sólo quedan algunos vestigios, debido quizás a que se aprovechó la abrupta orografía de esta ladera. La fábrica es de piedra caliza, de sillares y lajas; la construcción es un muro de dos hojas con un relleno de tierra y piedras. Su anchura varía entre los 2 y los 2,5 metros, mostrando en algunos lugares hasta dos metros de altura. La información que nos proporciona la primera ocupación del cerro, Ceremeño I, se refiere a los momentos iniciales de la cultura celtibérica, cuyo conocimiento es aún insuficiente en comparación con las fases de plenitud o apogeo.

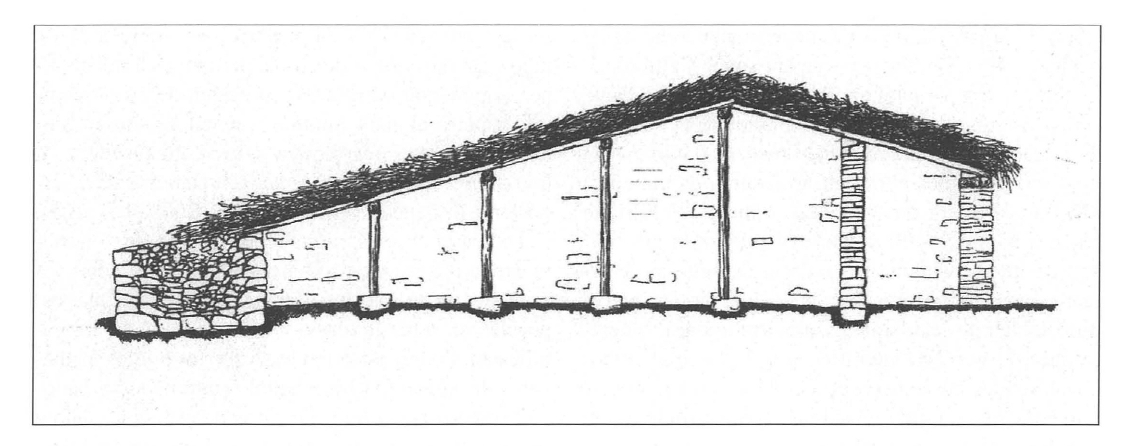
En la comarca de Molina de Aragón se han identificado algunos hábitats en llano, como Fuente Estaca en Embid, fechados en el siglo IX–VIII a. C. y que podrían adscribirse a la tradición de los Campos de Urnas. A partir de la Primera Edad del Hierro, comienzan a surgir numerosos poblados en altura que siguen el modelo urbanístico documentado en el valle del Ebro desde el Bronce Final. Este modelo es el mismo que presenta el castro de El Ceremeño: viviendas dispuestas a lo largo del perímetro del cerro,

adosadas entre sí, utilizando la muralla como pared trasera y abriendo sus puertas hacia la parte interior del cerro, a la calle o calles centrales. El espacio interior de las viviendas también es muy significativo pues la presencia aquí de una vivienda con distribución tripartita, semejante a las de Cortes de Navarra, indica toda una serie de parentescos y relaciones culturales. Las viviendas del castro debieron construirse utilizando, de manera combinada, piedra, madera y tierra, empleada en forma de adobes de los que se ha podido llevar a cabo un estudio descriptivo y de caracterización (Vela Cossío 2002). Hemos tenido también ocasión de estudiar las posibilidades de reconstrucción hipotética de esta clase de espacios llevando a cabo varias propuestas concretas, como las que propusimos para el yacimiento del cerro del Ecce Homo de Alcalá de Henares (Madrid) durante el Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, que se celebró en Madrid en el año 1996 (Maldonado y Vela 1996) y, más recientemente, para el castro de El Ceremeño de Herrería, en la provincia de Guadalajara (Vela Cossío 2002 y 2003).

La riqueza de materiales, técnicas y procedimientos para la conformación de los distintos elementos constructivos que pueden ser descritos en estas arquitecturas prerromanas demuestra un alto grado de desarrollo tecnológico. Olivier Büchsenschütz (1983 y 1989) sugiere la existencia de una verdadera cultura arquitectónica de tipo céltico, una cultura edilicia en la que el empleo de sistemas de construcción basados en la combinación de la tierra y de la madera puede interpretarse como la manifestación arquitectónica de un sistema cultural y socioeconómico en el que, además de la agricultura, se mantienen estructuras económicas de marcado carácter silvo-pastoril, siempre presentes en estas áreas serranas de la Meseta. En



Figuras 3



Figuras 4

cambio, en buena parte de la Europa mediterránea se percibe con mayor claridad la vigencia y el sostenimiento de sistemas agrícolas de otra clase, y quizá por ello pudiésemos preguntarnos por qué predomina en estas regiones el uso de la tierra conformada (adobe, pero sobre todo tapial) y de la piedra, ya sea en sillar labrado, en fábricas e incluso «en seco». En la España Mediterránea vemos que la madera no siempre se utiliza y de hecho se documentan con cierta frecuencia las estructuras del tipo «falsa bóveda», o se reserva casi exclusivamente para las armaduras de cubierta, que además son más sencillas porque sus solicitudes estructurales son de menor relevancia, como corresponde a un marco ambiental en el que se producen menos precipitaciones anuales, rara vez en forma de nieve, y donde la oscilación térmica (diaria y estacional) es también menor.

Arqueología y prehistoria de la construcción

De la lectura de las páginas precedentes habremos podido deducir que uno de los principales problemas a los que puede enfrentarse la investigación arqueológica es el de la correcta documentación de los sistemas y procedimientos de construcción. Por nuestra parte, creemos que es posible realizar aproximaciones correctas a todos los problemas referidos partiendo del análisis y del contraste del registro del yacimiento arqueológico con ese catálogo de tan extraordinaria riqueza argumental que nos ofrecen las arquitecturas primitivas y populares, ejemplos de edificaciones bien adaptadas al medio físico que nos suelen mostrar, insistentemente, la pervivencia de múltiples soluciones que se mueven en los límites de su propia matriz vernácula.

En tanto que se relacionan de forma sencilla y eficaz con el ambiente en que se inscriben y por cuanto responden a patrones socioeconómicos, tecnológicos y culturales que podemos suponer similares a los que debieron tener los grupos humanos en la prehistoria y la protohistoria, las que hemos propuesto llamar arquitecturas no históricas (Vela Cossío 1995) constituyen una fuente inagotable de sugerencias que tenemos el deber científico de aprovechar, aún a riesgo de ser considerados excesivamente eclécticos. El estudio detenido de ese universo tan estimulante de pervivencias arquitectónicas nos parece de una oportunidad científica ineludible, sobre todo si tenemos en cuenta que en España y en Portugal se conservan, muy probablemente, algunos de los últimos conjuntos de arquitecturas populares verdaderamente relevantes de la Europa Occidental. Así, una buena parte de las comarcas montañosas de la Península, tanto de la España interior como de nuestro país vecino, nos muestran todavía ejemplos extraordinarios de cómo la arquitectura se constituye en instrumento de relación entre el hombre y la Naturaleza.

Por otra parte, el análisis comparativo entre las arquitecturas pre y protohistóricas y ese conjunto de construcciones no históricas, populares y vernáculas, puede concebirse además de forma bidireccional. Por

ejemplo, la España de la casa entramada coincide en buena medida con una parte de la España Celtibérica, lo que serviría así para explicar la fuerte pervivencia de los sistemas de construcción basados en el empleo de armaduras y entramados de madera (tanto en estructuras portantes como en armaduras de cubierta) en la arquitectura española. Los trabajos de Enrique Nuere (2000, 29–49) ya han insistido en la posibilidad de interpretar una parte de la carpintería de armar española de forma bien distinta a cómo lo ha venido haciendo la historiografía tradicional. Nuere, frente a la unívoca identificación de las tradiciones constructivas basadas en el uso de la madera con el universo constructivo musulmán (por ejemplo, en el estudio del arte mudéjar) abre un nuevo cauce interpretativo que, a través del análisis de la casa entramada, que pone en relación con otras tradiciones constructivas del mundo Atlántico y de Centroeuropa. Así, en su recorrido por la construcción entramada española (a través de la referencia a los trabajos de Feduchi (1986), concluye que ésta es frecuente en aquellas zonas donde la madera abunda o a las que puede llegar con facilidad (como por ejemplo la cuenca del Duero) e ilustra el comentario con un mapa de dispersión de esta clase de construcciones entramadas en el que las concentraciones más importantes corresponden, precisamente, a la Meseta Septentrional (cuenca del Duero y cabecera del Ebro), al Sistema Central y al Sistema Ibérico y los Montes Universales. La Meseta Sur, Extremadura (excepto las comarcas montañosas de Cáceres), Andalucía, Murcia, todo el Levante y buena parte de Cataluña y de Aragón (a excepción de las comarcas montañosas de Teruel) aparecen prácticamente vacíos. Por último, el Noroeste peninsular y la cornisa Cantábrica muestran, muy concentradamente, testimonios de la presencia de buenos carpinteros de armar, aunque no necesariamente de estructuras entramadas. El mapa viene a mostrarnos la península dividida en dos grandes áreas, divididas de NE a SO aproximadamente, que vendrían a coincidir a grosso modo con las dos Españas arquetípicas: la mediterránea y la atlántica, la España seca y la España húmeda. Se propone poner en relación la construcción entramada española con las Fachwerkhäuser alemanas o con las maisons a colombage francesas (Nuere 2000, 33) porque, aunque las nuestras no alcancen el grado de perfección de las europeas, participan de principios constructivos muy semejantes (que se materializan allí en roble y en castaño y en nuestro país, sobre todo en pino). En otro orden de cosas, pero en esta misma línea argumental, al referirse al origen de las armaduras de pares el autor alude a la relación entre las cubiertas de raíz constructiva céltica, en forma de V invertida y apoyadas sobre pequeños muros de mampostería de lajas de piedra (Nuere 2000, 101–105).

Toda esta clase de argumentos nos remite, forzosamente, a reconsiderar el tema de las pervivencias y a proponer un análisis más detenido, además de más especulativo, sobre la forma y los cauces en que se manifiestan. Podría así defenderse que los burgos medievales de la Europa Occidental (entramados urbanos constituidos por grupos de casas de estructura leñosa que comparten medianerías y se disponen en hilera formando estructuras cerradas en torno a espacios o edificios públicos) no son sino la prolongación de las tradiciones típicamente prerromanas de la Europa templada, en un proceso de mantenimiento del conjunto ancestral de costumbres que se manifiesta, con gran fuerza por cierto, a partir de eso que hemos considerado el nacimiento de Europa, cuando el colapso del sistema urbano romano devuelve a las regiones occidentales del Imperio a una estructura social y económica ruralizada y pre-urbana que se manifiesta, como es natural, en una clase de estructura del territorio. Esta clase distribución territorial y la organización macroespacial de los pueblos célticos europeos nos habla de una organización jerárquica del hábitat que hace que granjas, pueblos y pequeñas ciudades coexistan, subdividiendo el territorio, lo que no coincide con los hábitos de distribución territorial latinos o mediterráneos. Esta clase de organización se remontaría al siglo V a. C. y coincide con un momento de la gran expansión agrícola que decide la división y especialización en la explotación de los recursos agrícolas, reagrupándose el hábitat en los lugares de intercambio, mientras que se dispersa en los lugares de producción (Büchsenschütz 1983, 210). No es muy difícil enlazar este legado céltico con la Edad Media a través de un arco amplio que, pasando por encima de la romanización, aún se manifiesta con firmeza en tantas tradiciones constructivas europeas.

LISTA DE REFERENCIAS

Almagro-Gorbea, M. 1993. Los celtas en la Península Ibérica: origen y personalidad cultural. *Los celtas, Hispania y*



Figura 5

Europa, 121–173. A. Gorbea-Almagro. y G. Ruiz Zapatero.

Almagro-Gorbea, M. 1994. El urbanismo en la Hispania Céltica: Castros y Oppida. *Castros y Oppida en Extremadura*, Complutum Extra, 4: 13–75.

Almagro-Gorbea, M. y A. Dávila. 1988. Estructura y reconstrucción de la cabaña Ecce Homo 86/6. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria*, 1: 361–374.

Almagro-Gorbea, M. y A. M. Martín. 1994. Castros y oppida en Extremadura. *Complutum Extra*, 4. (Madrid: Universidad Complutense de Madrid).

Almagro-Gorbea, M. y G. Ruiz Zapatero. 1993. *Los Celtas: Hispania y Europa.* Madrid: Universidad Complutense.

Asensio Esteban, J. A. 1995. Arquitectura de tierra y madera en la Protohistoria del Valle Medio del Ebro y su relación con la del Mediterráneo. *Caesaraugusta*, 71 : 23–56.

Báez Mezquita, J. M., coord. 1992. *Arquitectura Popular de Castilla y León. Bases para un estudio.* Valladolid: Instituto de Ciencias de la Educación / Universidad de Valladolid

Balil, A. 1972. *Casa y urbanismo en la España Antigua.* Santiago de Compostela: Seminario de Arqueología / Facultad de Filosofía y Letras.

Beltrán Martínez, A. 1984. Las casas del poblado de la I Edad del Hierro del Cabezo de Monleón (Caspe). *Boletín del Museo de Zaragoza, 3*: 23–101.

Büchsenschütz, Olivier. 1983. El hábitat céltico. *Mundo Científico, 33*: 200–210.

Büchsenschütz, O. y F. Audouze. 1989. *Villes, villages et campagnes de l'Europe celtique: du debut du le millénaire à la fin du Ie siècle avant J.C.* Paris: Hachette.

Burillo Mozota, F: 1985. Introducción a los orígenes de la arquitectura de tierra en Aragón. *Turia,* 1: 112–117.

Cerdeño, M. L. 1995. Proyecto de recuperación del castro celtibérico de El Ceremeño (Herrería, Guadalajara). En *Arqueología en Guadalajara,* coord. Por R. Balbín et al., 193–207.

Cerdeño, M. L. 1999. *Los pueblos celtas.* Madrid: Arco Libros.

Cerdeño, M. L. y P. Juez. 2002. *El Castro Celtibérico de «El Ceremeño» (Herrería, Guadalajara).* Teruel: Seminario de Arqueología y Etnología Turolenses / Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Feduchi, Luís. 1986. *Itinerarios de Arquitectura popular Española.* Barcelona: Herman Blume:

García y Bellido, A. 1985. *Urbanística de las grandes ciudades del mundo antiguo.* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Lull, V. 1983. *La cultura de El Argar.* Madrid: Akal.

Llanos, A. 1974. Urbanismo y arquitectura en poblados alaveses de la Edad del Hierro. *Estudios de Arqueología Alavesa, 6*: 101–146.

Maluquer de Motes, J. 1954. *El yacimiento hallstático de Cortes de Navarra. Estudio Crítico I.* Pamplona.

Maluquer de Motes, J. 1958. *El yacimiento hallstático de Cortes de Navarra. Estudio Crítico II.* Pamplona.

Maluquer de Motes, J. 1982. Los núcleos de población prerromana. En *Vivienda y Urbanismo en España,* 12–32. Madrid: Banco Hipotecario.

Maluquer de Motes, J. 1985. Cortes de Navarra. Exploraciones de 1983. *Trabajos de Arqueología Navarra,* 4: 41–64.

Maluquer de Motes, J. et al. 1990. Alto de la Cruz (Cortes de Navarra) Campañas 1986–1988. *Trabajos de Arqueología Navarra,* 9. Pamplona.

Nuere Matauco, E. 2000. *La carpintería de armar española.* Madrid: Instituto Español de Arquitectura / Universidad de Alcalá / Ediciones Munilla-Lería.

Pellicer, M. 1986. Calcolítico. *Historia de España, I. Prehistoria,* 207–264. Madrid: Ed. Gredos.

Romero Carnicero, F. 1984. Novedades arquitectónicas de la Cultura Castreña Soriana: la casa circular del Castro del Zarranzano. En *Actas del I Symposium de Arqueología Soriana,* 187–210.

Romero Carnicero, F. 1991. *Los castros de la Edad del Hierro en el norte de la provincia de Soria.* Valladolid: Universidad de Valladolid.

Romero Carnicero, F. 1992. Los antecedentes protohistóricos. Arquitectura de piedra y barro durante la primera Edad del Hierro. En *Arquitectura Popular de Castilla y León. Bases para un estudio,* coord. Por J. M. Báez Mezquita, 175–211.

Romero Masiá, A. 1976. *El hábitat castreño. Asentamientos y arquitectura de los castros del N.O. Peninsular.* Santiago de Compostela: Publicacions do Colexio de Arquitectos de Galicia.

Ruiz Zapatero, G., A. Lorrio y V. Martínez Fernández. 1990. Casas redondas y rectangulares de la edad del Hierro: aproximación a un análisis comparativo del espacio doméstico. *Arqueología Espacial, 9:* 79–102.

Ruiz-Gálvez Priego, M. L. 1988. *Prehistoria de España.* Madrid: Anaya.

Urquijo, C. y D. Urbina. 2000. *El proyecto arqueológico Plaza de Moros.* Madrid.

Vela Cossío, F. 1995. Para una prehistoria de la vivienda. *Complutum, 6*: 257–276.

Vela Cossío, F. 2002. Consideraciones sobre el ensayo y caracterización de un adobe procedente del castro de El Ceremeño (Herrería, Guadalajara). En , *El Castro Celtibérico de «El Ceremeño» (Herrería, Guadalajara),* editado por Cerdeño y Juez,179–183.

Vela Cossío, F. 2003. *Espacio doméstico y arquitectura del territorio en la Prehistoria Peninsular.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Tesis doctoral, en prensa.

Vela Cossío, F. 2004. Investigación arqueológica y construcción con tierra en la Península Ibérica. *Actas del II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra,* 425–438. Madrid: Mairea Libros / Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Desafío y esplendor en la construcción del primer rascacielos madrileño

Natalia Vela Martins

El proceso constructivo del edificio de la compañía Telefónica (1926–1930) representa un marco en la historia de Madrid. Esto se debe tanto al carácter referencial en la Gran Vía, como también, por la vanguardia de los sistemas constructivos en él utilizados, nada habituales en el territorio español hasta entonces.

Los autores del proyecto, el arquitecto español Ignacio de Cárdenas y el americano Louis S. Weeks, tomando en cuenta su situación privilegiada, concibieron el proyecto original como un reclamo comercial, a modo de fortalecer la imagen corporativa de la empresa. A pesar de la innovación que supuso la construcción del edificio, su modernidad estuvo limitada solamente a la función estructural porque el estilo arquitectónico adoptado exteriormente —el llamado «barroco madrileño»— ya era muy popular en otras edificaciones de la época.

Otras características destacables en el edificio son la complejidad y magnitud de ejecución. La construcción tiene una altura de 89,3 m distribuida entre catorce pisos, dos sótanos y un torreón de dos plantas. Su período de ejecución también es sorprendente: menos de tres años, todo un récord en construcciones de este género. Inicialmente, la superficie construida fue aproximadamente de 2.280 m^2, pero, posteriormente, en los años cincuenta, el edificio pasó por una ampliación de 571 m^2. Su volumen se divide en tres cuerpos, cada uno de ellos con diferentes funciones y valores de sobrecarga. De esta forma, en las dos plantas del sótano están las instalaciones principales del edificio (archivos y depósitos); en la planta baja, los servicios de atención al publico; en el cuerpo intermediario, las instalaciones telefónicas; y finalmente, en el torreón superior, las oficinas de la compañía.

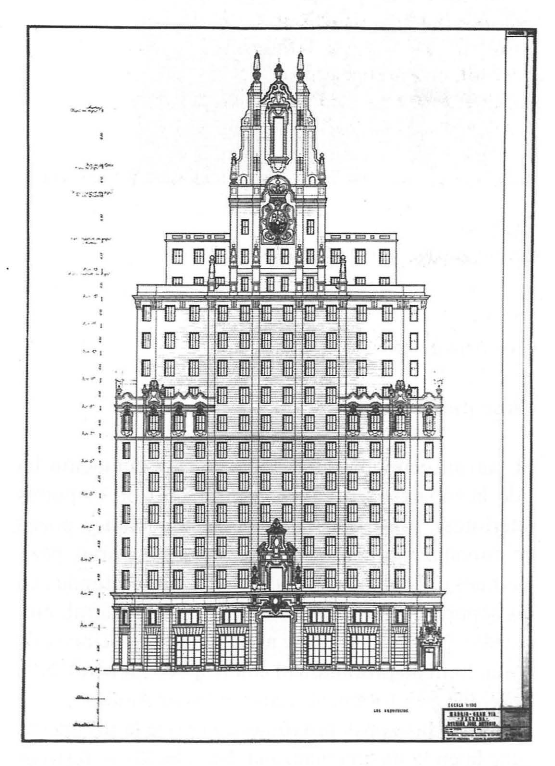


Figura 1
Alzado de la fachada principal en la Gran Vía madrileña



Figura 2
Boceto del proyecto en perspectiva

los otros pozos, mientras que la cuota del subsótano es de 8 m. Los pilotes empleados son de fustes cilíndricos de 2 m de diámetro, con base en forma de tronco cónico con superficie circular de apoyo de diámetro variable de 3 a 4 m. Sobre los pilotes se apoyan pozos rectangulares de hormigón entre el subsótano y el sótano; y en este último empiezan los pilares de la estructura perimetral. Los muros de contención en hormigón armado no cuentan con zapata corrida en su base, para lograr un comportamiento de grandes vigas-pared, se apoyan sólo sobre los pilotes para la transmisión de cargas. Estos se ubican en los espacios entre los pilares del sótano, y entre los pozos de hormigón del subsótano.

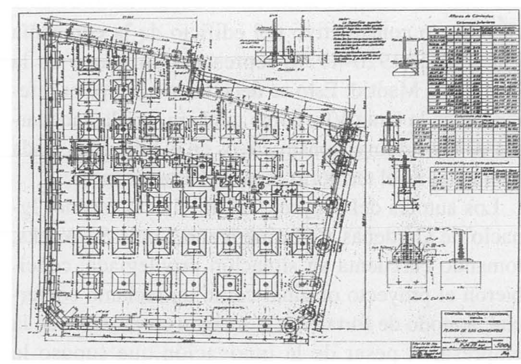


Figura 3
Planta de cimentación

Características estructurales

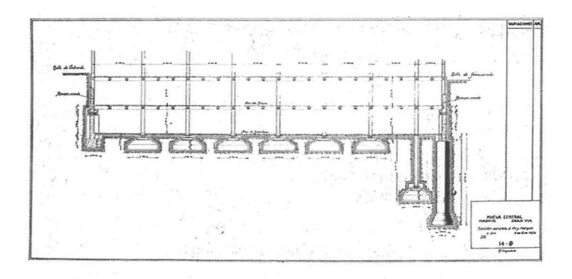
Cimentaciones

El patrón general adoptado para la cimentación ha sido la zapata aislada de hormigón armado (soportes interiores), junto con muros de contención y pozos de cimentación sobre zapata corrida (soportes perimetrales). También se utilizaron pilotes profundos en los soportes de la fachada de la calle Fuencarral, empleados para alcanzar un nivel de cimentaciones de hasta 20 m de profundidad con respecto al nivel de la calle. De esta forma, se evitaron las transmisiones de cargas en las zonas próximas a la bóveda del metro, situada en la misma manzana. En relación al resto de la cimentación, el nivel de excavación de solera es muy inferior, llegando a los 10 m de profundidad en

Las zapatas aisladas conforman una planta cuadrada de base plana de 4 m y 65 cm de canto, finalizada por un cuerpo en forma de tronco-piramidal de la misma altura, pero con base cuadrada superior de 2 m de lado. Su composición es de hormigón armado con retícula de barras de hierro de 20 mm en dos direcciones, dobladas en los extremos a modo de gancho de 15 cm para el anclaje.

Sobre las zapatas se distribuye un enrejado de perfiles laminados de dos capas. La capa inferior es de perfiles españoles del tipo «I» de 30 cm de canto, separados en número de 8, 9 ó 10 a corta distancia. Mientras que, en la capa superior, transversal a la primera, se disponen perfiles americanos del tipo «I» o doble «C», con canto variable de 38,1 a 50,8 cm,

en número de 3 ó 4 perfiles. Los diferentes perfiles de cada capa se unen entre sí a través de pernos de 25 mm de diámetro, con separadores intermedios de tubo hueco de 28 mm. Finalmente, por encima de la capa superior, reposa la base de los soportes, unida por perfiles angulares acartelados. Toda la estructura descrita ha sido embebida en hormigón, como medi-



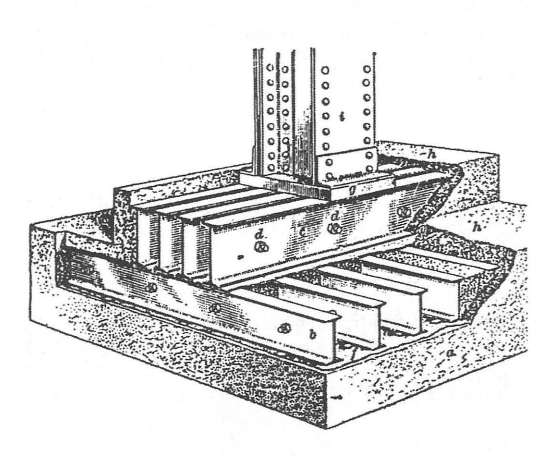


Figura 4a
Sección paralela a la fachada de la Gran Vía

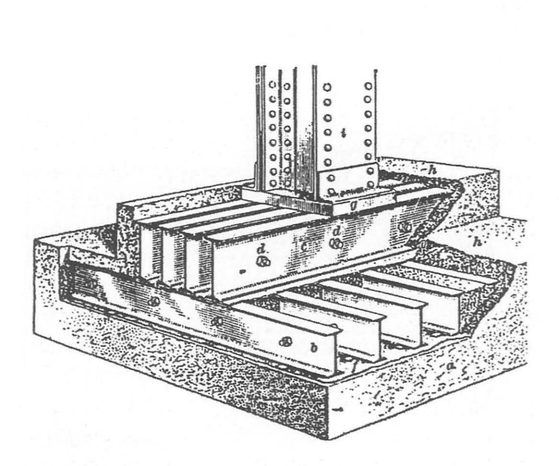


Figura 4b
Esquema de distribución del enrejado de perfiles laminados sobre la cimentación

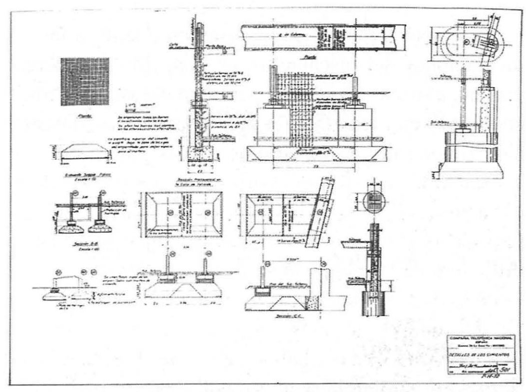


Figura 5
Detalles de pilares, zapatas y muros de contención

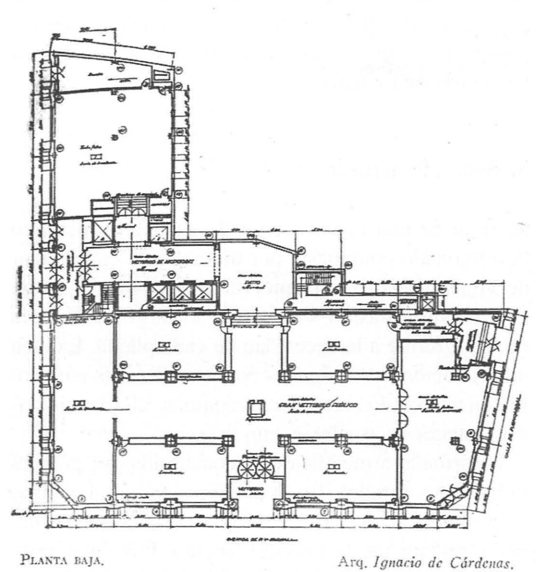


Figura 6
Planta baja del edificio. Zona de atención al público

da de protección contra incendios, y para evitar el contacto directo de las cimentaciones con el terreno.

Durante esta época, las construcciones solían utilizar tipos de cimentaciones muy complejos. En este caso específico, los recursos aplicados en la ejecución se basaban en la realización de amplios macizos rígidos. De ese modo, conforme la hipótesis del centrado perfecto de cargas, se proporcionaba un incremento progresivo de peso en la base de apoyo del edificio.

Otra consideración importante, en cuanto a las cimentaciones del rascacielos, es la acción del viento; porque, al tratar el edificio como un elevado voladizo enclavado en el terreno, la presión sobre la construcción supone un incremento de cargas, que podría alcanzar hasta una tercera parte del peso propio de la estructura. A pesar de la delgadez lograda con el empleo de nuevos materiales, había que solucionar la dificultad de transmisión de cargas al terreno durante la construcción. La cuestión principal era la exigencia del numero de pilares, que no debía interferir en la diafanidad de las plantas bajas. Sin embargo, esta limitación demandaba una resolución problemática, ya que la concentración de cargas sobre el terreno se daba en un área muy reducida si se compara a las proporciones del edificio. En el caso de la Telefónica, esos valores de carga oscilan alrededor de 650 toneladas en los pilares interiores, 850 toneladas en los pilares de la torre, y cerca de 300–350 toneladas en los pilares de fachada.

Sistema estructural

Se trata de una construcción de esqueleto metálico hormigonado compuesta por una retícula cuadricular de vigas maestras con intervalos de 6,40 × 7,30 m. Este módulo básico se repite a lo largo de toda la obra conforme a la necesidad de cada planta. Existen modificaciones, en algunas zonas, realizadas para solucionar complicaciones en esquinas, chaflanes, patios, huecos de escaleras, etc.

La armadura metálica está constituida por perfiles universales simples. En el ancho se apoyan las vigas principales, y a lo largo, las vigas secundarias sostienen directamente la losa del forjado. Las vigas principales tienen una luz de 6,40 m y están distribuidas en un intervalo de 7,30 m. En ese mismo trecho están dispuestas las vigas secundarias, con una distancia de 2,13 m entre sí. De esa forma, cada módulo básico está dividido por tres vanos formados por cuatro vigas secundarias; dos de ellas van apoyadas a las principales, mientras que las otras dos se sostienen directamente en los soportes. Con esta distribución, se asigna una distancia mayor entre vigas que, entonces, aguantan cargas uniformes menores. También, se obtiene una distancia menor entre las vigas principales, que soportan las cargas puntuales de las secundarias, transmitiendo a los pilares sólo ? de la carga de piso de un módulo completo. Consecuentemente, la retícula de módulos define las líneas básicas de carga de las vigas principales paralelas a la fachada de la Gran

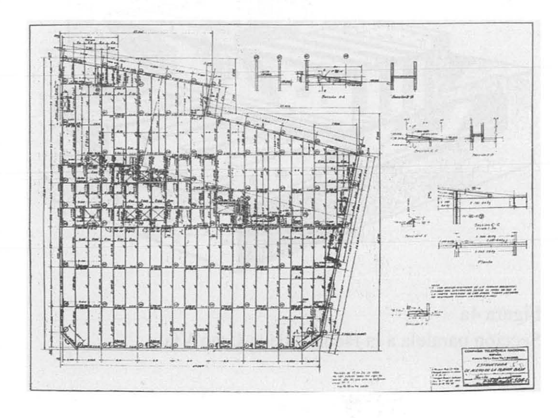


Figura 7
Plano estructural de la planta baja

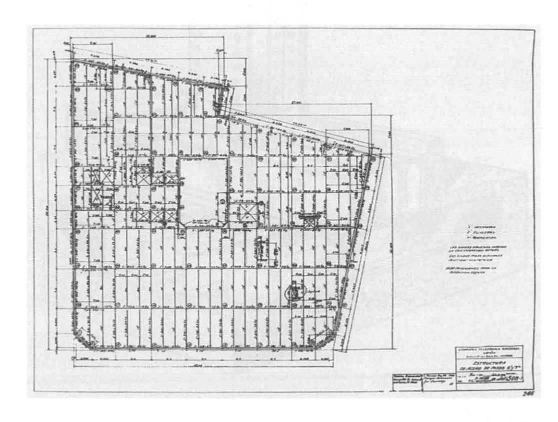


Figura 8
Plano estructural de la planta tipo

Vía, y las líneas de las secundarias, ortogonales a las mismas.

Con respecto a las cargas verticales, se tiene una idea del orden de las fuerzas al comparar la carga de los pilares de la última planta (65 toneladas), con los de la planta subsótano (650 toneladas).

En general, la sección de cada pilar está constituida por una combinación de chapas o platabandas metálicas que forman un perfil de sección en «I». Sus alas son formadas por chapas de espesor variable de 10 a 20 mm, y acho de 25,4 a 45,7 cm, reforzadas con chapa doble en los soportes de las plantas inferiores, donde el valor de cargas es significativo. El alma del perfil se compone de una chapa simple con las mismas dimensiones, que conforma secciones de proporción cuadrada (ancho = largo). En algunos casos, la sección llega a ser ligeramente rectangular, con las alas un poco más anchas que el alma. Ésta y las alas se conectan a través de cuatro perfiles angulares, de 10 a 20 cm de largo y 10 a 16 mm de espesor, con lados iguales unidos por roblones remachados.

En el proyecto también se encuentran diferentes formas de resolver los pilares que, a pesar de limitarse a un número muy reducido de perfiles básicos (sección en doble «T» e «I» o sección en «U»), se asocian libremente a chapas de hierro y remaches de unión para formar combinaciones frecuentes de perfiles de tipo «Ströbel», «Keystone», «Phoenix», «Poulsen» y «Larimer».

En la configuración de los elementos horizontales del sistema (vigas principales y secundarias), al contrario, se utilizan pocos tipos de perfiles laminados. En las primeras, los perfiles más empleados son de 45,7 y 50,8 cm con refuerzo; en cuanto que en las vigas secundarias, se adoptan los de 38,1 y 45,7 cm sin refuerzo.

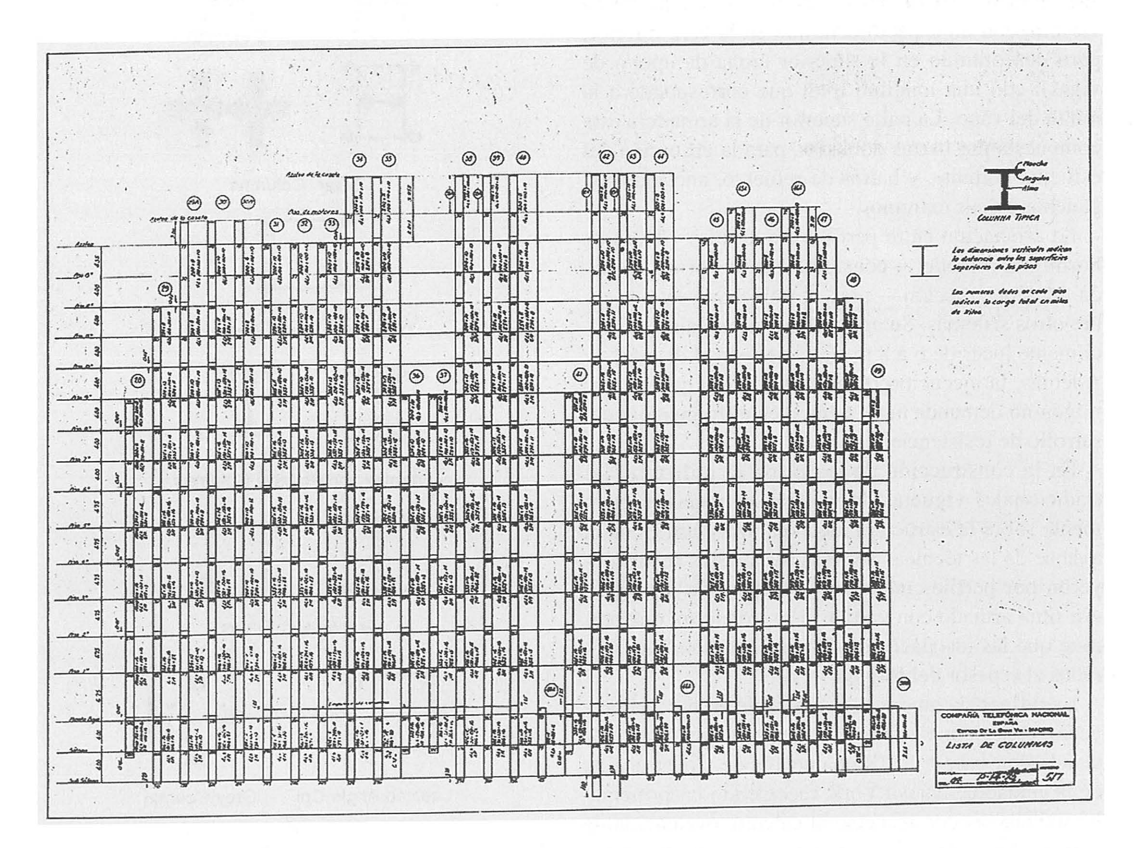


Figura 9
Plano de dimensionado y esquema de cargas de pilares

A lo largo del edificio, los soportes principales se fabricaron con una altura de dos plantas, para acelerar el ritmo de los trabajos y reducir a la mitad el numero de uniones necesarias, las cuales se ejecutaron con gruesas chapas en la base de apoyo, unidas a los perfiles del soporte por cartelas triangulares o perfiles angulares remachados a dos piezas.

Los apoyos de las vigas principales sobre los soportes se elaboraron con ménsulas cortas de perfiles de canto unidos al alma o a las caras del soporte. Esta técnica se efectúa a través de dos chapas horizontales de apoyo, que se conectan a la ala superior e inferior de la viga, o por medio de perfiles angulares que unen el alma a la ménsula.

Con respecto a los forjados, están constituidos de una losa de hormigón armado de 10 cm de grosor en un sistema de estructura «colgada» —moderno para la época— que evitaba la presencia de puntales. Su armadura se realiza con barras lisas de diámetro de 16 mm, con un aspecto continuo en la cara inferior, pero descontinúo en la superior (zona de apoyo de vigas), con una longitud total que corresponde a la mitad del vano. La parte superior de la armadura está compuesta por barras dobladas, para la absorción del esfuerzo cortante, y barras de refuerzo, ancladas con ganchos en sus extremos.

La asociación entre perfiles universales y losas de hormigón armado —considerada una forma «pesada» de construcción— presenta muchas ventajas sobre otros sistemas. Su aplicación permite alcanzar fácilmente luces de 6 a 8 m sin la necesidad de apoyos. Además, la ejecución es más rápida, porque el hormigón no demanda tanto tiempo en el fraguado y desarrollo de resistencia.

En la construcción de los pisos se utilizaron las tradicionales viguetas de madera apoyadas directamente sobre la estructura metálica. Más tarde, con el avance de las técnicas constructivas, éstas se sustituyeron por perfiles metálicos y forjado de hormigón «in situ» armado con varillas lisas de hierro, que permite que las instalaciones del edificio estén incorporados al espesor del forjado.

La influencia americana es notable en todo el proyecto, especialmente en el concepto estructural, calculada con base a los Reglamentos de Construcción de la ciudad de Nueva York, recogiendo las principales exigencias con respecto al cálculo, evaluación de cargas, protección contra incendios, resistencia a viento, etc. En el cálculo de sobrecargas, los valores

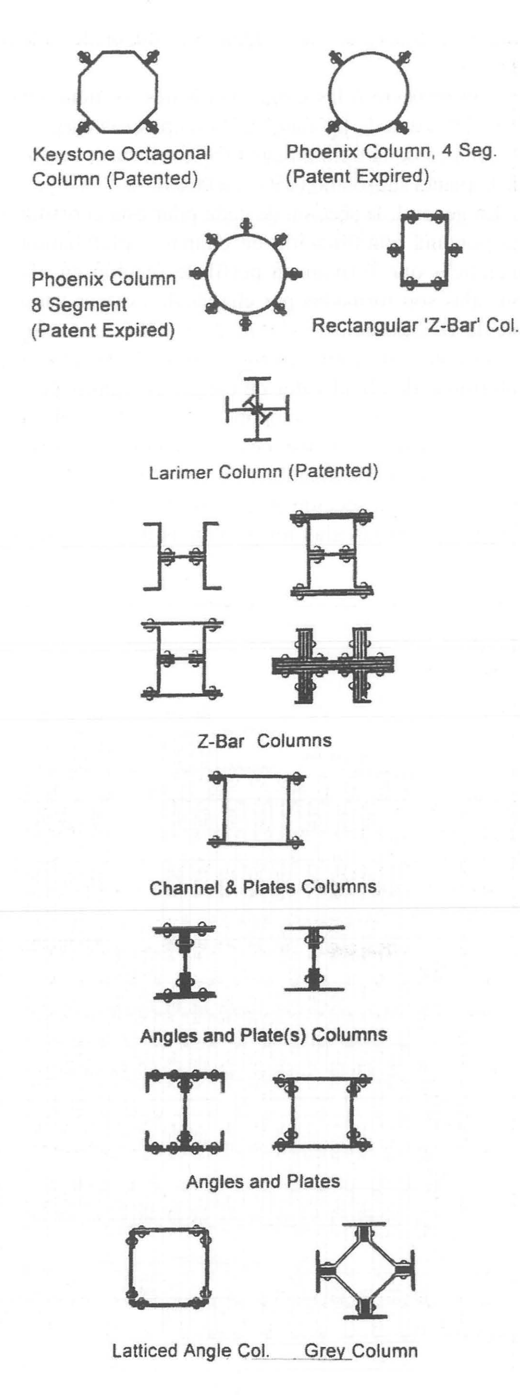


Figura 10a
Tipos de combinaciones con perfiles metálicos

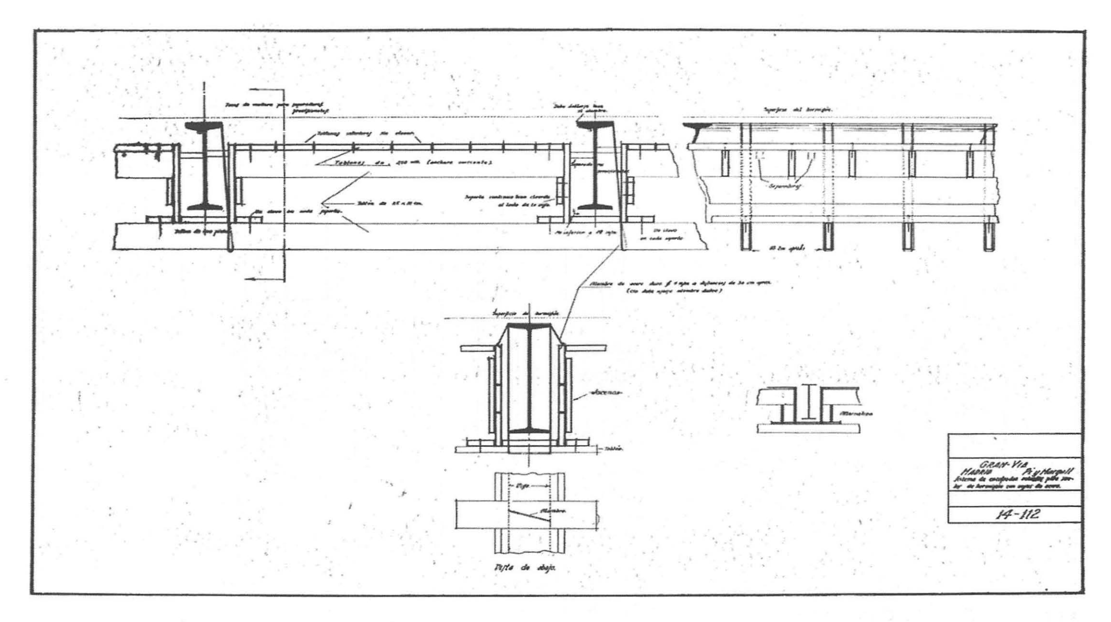


Figura 10b
Detalle de forjado

se han determinado según la función del edificio. En el caso de oficinas, los valores involucrados son bastante elevados, del orden de 500 a los 750 kg/m². En la Telefónica, por ejemplo, la sobrecarga de forjados es de, aproximadamente, 900 kg/m² de la 2ª a la 7ª planta, y 400 kg/m² en el resto del edificio.

El gran volumen de hierro empleado en la estructura, ha sido de más de 3.000 toneladas, cantidad sin precedentes para cualquier edificio madrileño.

La ampliación del edificio para ocupar el resto del solar se llevó a cabo en el año 1951. Entonces, se respetaron los esquemas de estructura y el dimensionado básico estructural, pero con el empleo adecuado de una gama de perfiles metálicos más modernos.

Rigidez lateral

La preocupación por la fuerza del viento, además de estar presente en el planeamiento de la cimentación, también aparece en el diseño del cuerpo de los rascacielos. Se proyectan para que la presión actuante en el cerramiento exterior se transmita a los pisos en forma de diagramas horizontales, transfiriendo la carga lateral primero a los elementos rígidos y después, al suelo. En el proyecto de la Telefónica, la estructura resistente al viento ha sido escasamente documentada en los planos estructurales. En el alzado de la medianería de la calle Valverde (véase fig.11), se pueden distinguir elementos de triangulado con cruces de San Andrés, en dos de los vanos, extendiéndose desde la planta baja hasta la 8ª. Ese triangulado fue ejecutado con perfiles angulares de lados desiguales de 12 y 8 cm, cruzados en aspa, conformando un sistema rígido para soportar la tensión.

En la fachada de la calle Fuencarral, otro recurso empleado para fortalecer la unión estructural y aportar rigidez al conjunto ha sido la inserción de barras inclinadas —a modo de tornapuntas— en las esquinas de cada recuadro formado por vigas e pilares, desde la planta baja hasta la 8ª. No obstante, esta configuración tiene el inconveniente de exigir el auxilio de las vigas principales en contra de los sistemas de triangulación completa de tirantes diagonales. Por lo tanto, para conseguir que la estructura horizontal en cada nivel sea rígida en el mismo plano, se deben disponer de tirantes diagonales uniendo las cabezas opuestas de las vigas principales.

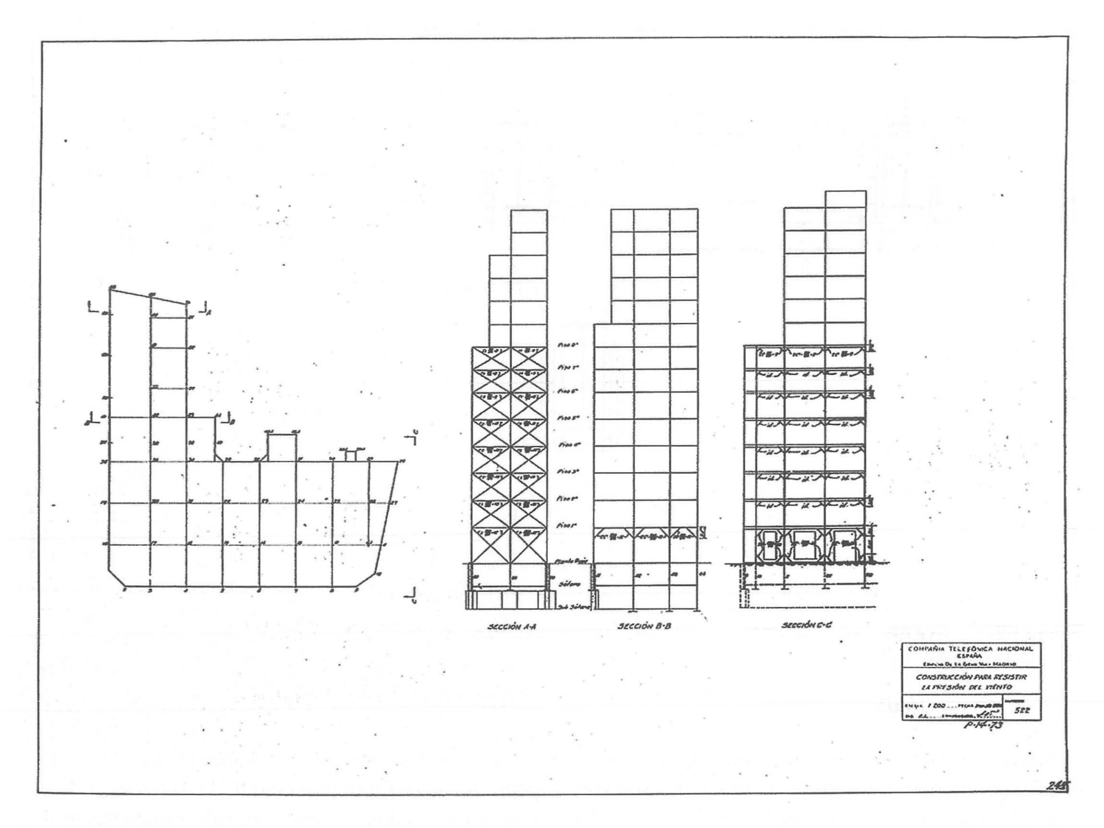


Figura 11
Esquema de la estructura resistente al viento

En cuanto a la tipología del sistema de rigidez lateral, éste corresponde al llamado «shear truss-frames», que se caracteriza por la presencia de núcleos de carga, generalmente, en la zona de circulación vertical (ascensores y escaleras), dentro del núcleo simétrico de la planta estructural.

Protección contra incendios

Debido al factor de protección ignifugo, todas las piezas metálicas de la estructura fueron recubiertas con hormigón en masa, con recubrimiento mínimo de 2 cm. De esa manera, el esqueleto de hierro queda oculto, con un aspecto igual al de una estructura en hormigón armado. El sistema utilizado para el encofrado consistía en tablas de madera colgadas de los propios perfiles metálicos, mediante varillas de alambre duro. Todo el conjunto de vigas y losas de forjado fue hormigonado de una sola vez, para dar bastante solidez al conjunto. En los pilares se ha empleado un encofrado normal de tablones a cuatro caras, formando cartelas en la cabeza de unión con las vigas. En el proceso de hormigonado de los pisos se utilizaron 3.200 m^3 de hormigón, distribuidos por una superficie de 20.000 m^2.

Revestimiento exterior

En el proyecto de la Telefónica, se evitaron los pilares y vigas principales en el exterior para el apoyo de los elementos de cerramiento en fachada. En su lugar, se utilizó una segunda viga empotrada a la parte

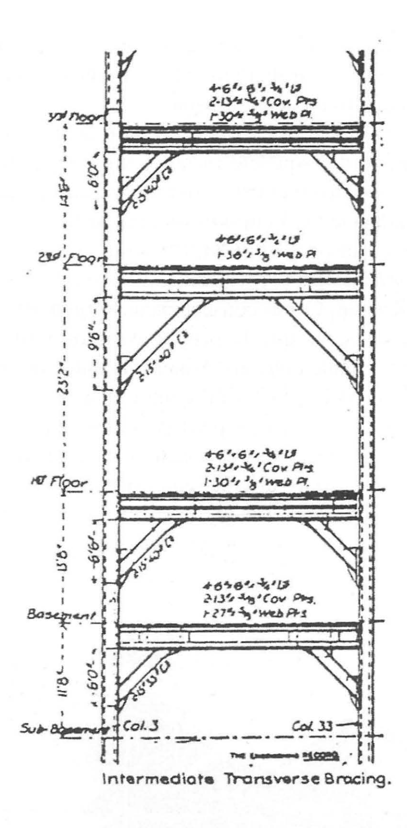


Figura 12
Esquema de arriostramiento lateral

externa de los pilares, enlazando horizontalmente todo el perímetro de la fachada. La ventaja de esa configuración era poder ocultar la estructura detrás del muro de fachada, y así, protegerla contra la corrosión.

Todas las fachadas del edificio se realizaron con cantería en los paramentos exteriores: granito del Guadarrama (hasta la 2ª planta), piedra arenisca del tipo «Bateig» de Mónovar color ocre claro (hasta la coronación), y ladrillo blanco silíceo-calcáreo (medianerías y patios). El trabajo de labra del revestimiento exterior fue elaborado en un gran taller montado a pie de obra a fin de facilitar el transporte de piezas. También se instalaron máquinas especiales

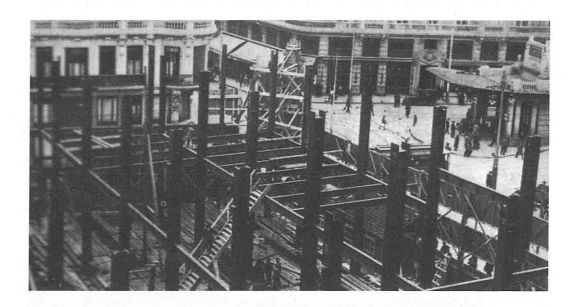


Figura 14
Foto de la estructura metálica con la Red de San Luis al fondo

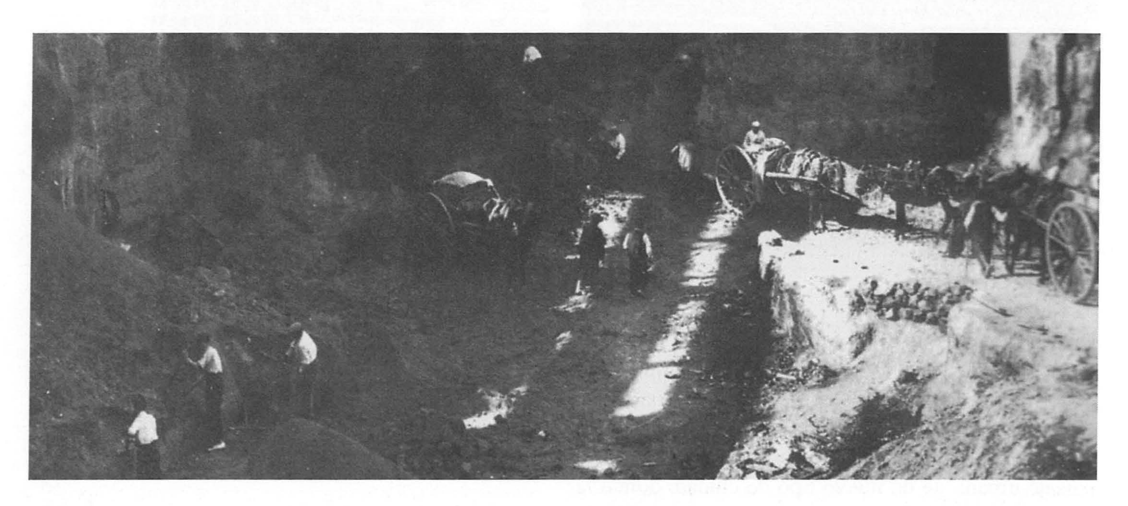


Figura 13
Foto del inicio de la excavación, con carros tirados por caballos transportando los escombros

para el corte y acabado del material, a pesar de que la fase final de molduración fue siempre rematada «in situ».

Torreón superior

La tipología de torre con retranqueos del proyecto está basada en los rascacielos americanos proyectados después de la famosa «Zoning Code» (1916), código que controlaba la altura e disposición de las torres. Según esa ley, el edificio podría alcanzar una altura al nivel del lindero frontal con la calle igual a su ancho más un 50%. Los demás volúmenes elevados no deberían salir de una línea imaginaria que partía del centro de la calle pasando por el borde superior anteriormente definido. Como consecuencia, surgieron los rascacielos con remates escalonados, que tuvieron mucho éxito en otras ciudades donde esa reglamentación todavía no existía, como es el caso de Madrid.

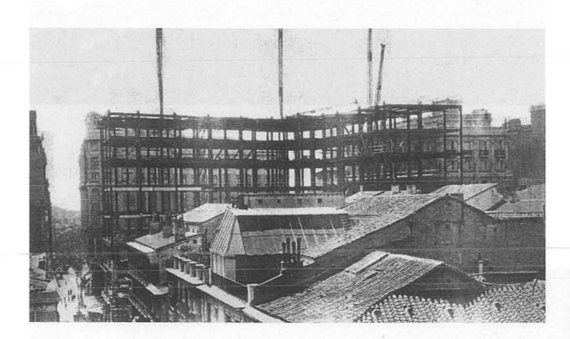


Figura 15
Foto de la fase intermediaria de la estructura del edificio

Conclusión

Dentro del contexto urbano del siglo XX, el rascacielos representa la idea del desarrollo individual y el éxito del sistema capitalista. A partir de entonces, el protagonismo de los rascacielos sobre las demás arquitecturas se torna más frecuente, conformando el paisaje urbano de un nuevo tipo de ciudad, donde la pequeña escala de las antiguas construcciones pierde su importancia. De esa manera, esas edificaciones se van multiplicando en los grandes centros y se empieza a establecer un diálogo entre enormes masas singulares dentro de la red urbana.

Para la historia de la arquitectura, la importancia del edificio de esqueleto metálico significa la liberación de los inconvenientes muros de carga, o sea, la independencia total entre estructura portante y cerramiento exterior. También, el rápido y económico planteamiento del proceso constructivo a través de la mecanización. Como consecuencia, surgen otras preocupaciones, ya que la propia estructura en aquel momento plantea nuevas exigencias antes no imaginables, como la protección contra el fuego, la resistencia al viento, la organización del montaje y ejecución en obra, etc. En estos términos, se puede decir que el proyecto de la Telefónica sirve como ejemplo representativo de la arquitectura eclecticista con la tipología del «skeleton», cuyo armazón metálico reci-

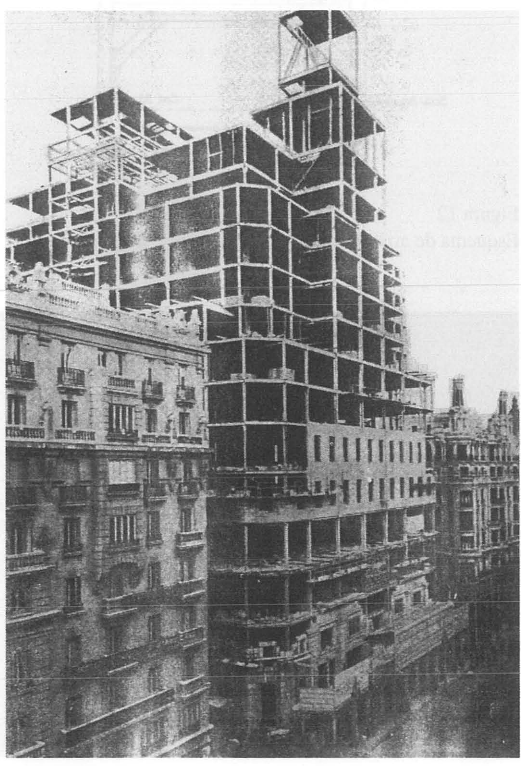


Figura 16
Foto de la fase final del esqueleto metálico

be las cargas de forjados, cubiertas, paredes, transmitiéndolas a las cimentaciones a través de los pilares; pero aún con las fuerzas horizontales dependientes de la rigidez de los muros.

Tampoco se debe olvidar que el proyecto explica claramente las contradicciones constructivas del periodo, como la rivalidad entre el rápido proceso de montaje de la estructura metálica en contra de la ejecución artesanal del cerramiento exterior (obra de fábrica y cantería). Este fenómeno sería muy bien simbolizado por el detalle constructivo del «spandrel», donde es visible la ingeniosa mezcla entre la construcción metálica interior y la cargada ornamentación de inspiración historicista.

Más tarde, por medio del proceso integrador de esa nueva tipología, la capital madrileña se encontrará con el concepto audaz de la «city within the city», caracterizado por las inmensas construcciones que funcionaban como pequeñas ciudades verticales por su magnitud en volumen y por la variedad de instalaciones presentes en su interior.

Sin duda, la obra de este emblemático edificio encarna, históricamente, la introducción de una moderna tecnología progresista que ha sabido superar las dificultades encontradas entre los escasos medios disponibles con la experta ayuda de profesionales americanos.

Lista de referencias

Blanc, Alan; Michael McEvoy y Roger Plank eds. 1993. *Architecture and Construction in Steel.* Cambridge: University Press.

Cárdenas, Ignacio de. 1928. «El Edificio de la Compañía Telefónica Nacional de España en Madrid». *Arquitectura,* 106: Febrero, 42–46. Madrid: Sociedad Central de Arquitectos.

Hart, F.; W. Henn y H. Sontag. 1976. *El Atlas de la Construcción Metálica.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.

López-Amor Herrero, Jaime. 1992. *Rehabilitación del edificio de la Telefónica en la Gran Vía de Madrid.* Madrid: Dragados y Construcciones S. A.

Navascués Palacio, Pedro y Ángel Luis Fernández. 1984. *El Edificio de la Telefónica.* Madrid: Espasa-Calpe, S. A.

Rabun, Stanley J. 2000. *Structural Análisis of Historic Buildings: Restoration, Preservation, and Adaptive Reuse Applications for Architects and Engineers.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Los paraguas de hormigón armado del Principado de Asturias

Luis Manuel Villa García

El objeto del presente trabajo es recuperar del olvido y dar a conocer una pequeña colección de obras diseñadas por el Ingeniero Ildefonso Sánchez del Río y Pisón (q.e.p.d.), las cuales, a su vez, sirven para darle título al mismo.

La exposición del trabajo, se divide fundamentalmente en dos capítulos:

- Comienza con «Las paraguas en el entorno urbano» donde se comentan los antecedentes, puntos de interés y una relación de los mismos, indicando su situación actual y la conveniencia de la recuperación de uno de ellos.
- Continua con un «Estudio sobre el estado actual del lavadero de olloniego y soluciones a adoptar en orden a su recuperación total», el cual comprende la «Organización de la estructura» y la «Metodología del diagnóstico previo», para posteriormente centrarse en los «Procesos patológicos del hormigón por la acción del agua» y finalmente analizar su «Estado antes de la rehabilitación» y formular una posible «Propuesta de rehabilitación» de la obra del asunto.

Como el lector tendrá ocasión de comprobar en las páginas siguientes, un aspecto de gran interés, reside en la utilización de bóvedas ultradelgadas de fibrocemento a modo de «tejas», en una tipología de cubierta totalmente original. Cuando los vuelos de una construcción alcanzan unas dimensiones notables, el peso propio adquiere una gran influencia, por lo que la utilización de grandes bovedillas de uralita de un centímetro de espesor, constituyó una solución racional por su resistencia, ligereza y economía. Es en los Paraguas de Hormigón Armado concebidos por el Sr. Sánchez del Río, donde debutó este sistema, el cual dio lugar a la utilización posterior en otras de sus realizaciones, como son los andenes de siete metros del Mercado de Pola de Siero y la Tribuna de Preferencia del Campo de Fútbol de Oviedo, con respecto a esta última el Sr. Sánchez del Río llegó a afirmar que: «resultó económicamente factible la ejecución de un gran voladizo de 15 metros sin apoyos intermedios». (Sánchez del Rio 1931)

Los Paraguas en el entorno urbano

En la década de los años veinte, el Ayto. de Oviedo encarga al Sr. Sánchez del Río, el diseño de un lavadero tipo para ser utilizado como reglamentario en el concejo, lo que dio lugar a la posterior construcción de cuatro paraguas de hormigón armado:

- Lavadero de Fuente de la Plata, situado en el barrio del mismo nombre en Oviedo.
- Lavadero de la Corredoria, ubicado a unos 4 km de Oviedo, en dirección a Gijón por la carretera antigua.
- Lavadero de Olloniego, situado en el pueblo del mismo nombre, a unos 10 km de Oviedo, por la autovía de Campomanes.

- Paraguas «de la Leche», en Oviedo, ubicado en la denominada actualmente Plaza del Paraguas.

Durante los años de estancia en nuestra región, el destacado técnico percibe —evidentemente por necesidad— la útil y acogedora forma del paraguas frente a las inclemencias atmosféricas, y escribe:

> Siendo el paraguas el símbolo de la cubierta, una de las muchas aplicaciones que puede tener tan lógica y cándida disposición es la de cubrir los pequeños lavaderos rurales (en un ayuntamiento hay que proyectar de todo), que se construyen ya circulares, puesto que ninguna razón existe para hacerlos rectangulares, que adolecen de los inconvenientes de la pérdida de espacios en las esquinas. Del centro del vaso, emerge el paraguas protector. (Sánchez del Rio 1931)

La originalidad de estos diseños se puede apreciar en las fotografías y dibujos siguientes.

Estos elementos arquitectónicos poseen un gran interés desde diversos puntos de vista:

- por la ingeniosa y temprana (atendiendo a la época de su construcción) utilización del hormigón armado y de las grandes tejas de uralita.
- por su diseño más racional frente a los antiguos lavaderos de planta cuadrada rectangular, tradicionales en la arquitectura rural asturiana, en una época en la que los lavaderos formaban parte de los equipamientos sanitarios con los que debía contar un barrio o grupo de casas.

Las zonas de ubicación de estos paraguas se han convertido en puntos singulares destacados del municipio ovetense, indispensables en su historia reciente y en su paisaje urbano; tanto es así que han continuado conservando sus antiguos nombres.

Actualmente, las funciones originales que dieron lugar a su construcción pueden considerarse perdidas a pesar de que —en el caso del ubicado en Olloniego— se mantienen las instalaciones de agua potable en funcionamiento y los lugareños continúan haciendo uso ocasional del mismo.

Estas obras, que ya forman parte de la historia de Asturias, debido al tiempo transcurrido y a la falta de conservación se habían ido deteriorando progresivamente, lo que dio a lugar en el caso de los correspondientes a la Corredoria y al de la Plaza del Fontán —en la actualidad Plaza del Paraguas— a su rehabilitación.

No han corrido la misma suerte el Lavadero de Fuente de la Plata, el cual ha sido demolido y el Lavadero de Olloniego, que en la actualidad sufre un gran deterioro y abandono.

El Paraguas de la «Leche», de Oviedo

A finales de la década de los años veinte, el equipo del Ingeniero Sánchez del Río, recibió el encargo de proyectar una cubierta en la Plaza del Fontán —hoy en día denominada Plaza del Paraguas— en Oviedo. Su finalidad era la creación de un pequeño mercado, destinado exclusivamente a la venta de leche; disponiendo para tales fines de unos recursos económicos de cuatro mil pesetas de las de aquella época.

Una vez analizado el problema, el Ingeniero Sánchez del Río encontró una solución de compromiso entre las funciones esperadas de la obra, las citadas disponibilidades económicas y sin lugar a duda, la estética; conviniendo que la solución mas apropiada para tapar a las lecheras era un paraguas. Dando así lugar, a la construcción del mayor y más bonito, de la familia de los Paraguas de Hormigón Armado del Principado de Asturias, que son objeto del presente trabajo (foto 1).

Como el lector puede apreciar, este paraguas carece de varillas-tornapuntas (foto 2), lo cual, en los



Foto 1
Vista de El Paraguas «de la Leche», de Oviedo. La fotografía permite apreciar la sencillez formal de la estructura, así como la gran superficie que cobija

años inmediatamente posteriores a su construcción dio lugar a comentarios —que el mismo Sánchez del Río calificó como— pintorescos, pues los lugareños afirmaban que tenía que cerrarse y que el viento tenía que volverlo... Sin embargo, más de ochenta años soportando fuertes temporales confirman la eficacia de su diseño.



Foto 2
Entramado de la estructura portante, formado por dos vigas riostras circulares y las varillas que irradian desde la coronación del fuste

El paraguas ha sido testigo, a lo largo del pasado Siglo XX, de la evolución de las costumbres en el modo de disfrutar de la noche ovetense.

En su entorno se ubicaron conocidas tabernas, como: *Tigre Juan, Casa María, Cechini, La Regenta,* etc. por las que pasaron prácticamente toda la Generación Poética del 50, además de hacer presencia por el lugar, otros rostros muy conocidos, como: Antonio Gala, Carlos Barral, Gil de Biedma, José Agustín Goytisolo, Paco Brines, Caballero Bonald, Paco Ibañez, Iturralde, María del Mar Bonet, Garci, Juan Diego, Julio Anguita, Xabier Ribalta, Eduardo Punset, Pinto Balcemao, etc.

Los políticos eran los primeros que estaban predispuestos a este calor de rondas nocturnas. En el entorno del paraguas, se mezclaban, concejales, diputados y sindicalistas de todas las gamas.

Pero, volviendo a la estructura del paraguas que nos ocupa, la cubierta del mismo está constituida por bovedillas de uralita de un centímetro de espesor, material adoptado en orden a su economía, resistencia y ligereza al que el Sr. Sánchez del Río, confiere un sin fin de aplicaciones como se puede apreciar en el historial de su obra.

Evidentemente, a la estructura del paraguas se la sometió a diferentes pruebas de carga, con respecto a las mismas, el Ingeniero Sánchez del Río comenta que:

> Aquellas consistieron en colgar pesos de las extremidades de las varillas correspondientes a medio paraguas, siguiendo con dos flexímetros las deformaciones habidas. Esta prueba como se comprenderá es la más desfavorable para la estructura. Se colocaron primeramente sacos de 60 kg con lo cual se obtuvieron flechas máximas positivas y negativas sensiblemente iguales con relación al diámetro de separación de la zona cargada. La flecha máxima fue de 5 mm. A continuación se puso un saco más por varilla, es decir, un peso de 120 kg. La flecha máxima obtenida resultó ser de 8,5 mm, perfectamente admisible. En todo momento pudo comprobarse el excelente estado elástico de la estructura, recobrando con oscilaciones de 0,5 mm su posición primitiva.
>
> Esta prueba se dio por convincente, pues la acción del viento, dadas las condiciones del lugar de emplazamiento, nunca podría originar esfuerzos superiores a los de la prueba. Sin embargo, quisimos todavía someter el paraguas a un postrer suplicio, aún más refinado, que los agentes naturales difícilmente podrían conseguir: el de someter a fuerte torsión el pie. Basto el esfuerzo de un hombre ejerciendo una presión tangencial sobre el extremo de una varilla, procurando hábilmente acompasar sus movimientos con los de oscilación de la estructura, llegando a obtener desplazamientos circunferenciales de 30 mm en dichas extremidades, siendo perfectamente apreciable a simple vista la torsión del pie.
>
> Esto confirma lo que desde luego todos estamos cansados de saber: el admirable comportamiento elástico del hormigón armado; aunque si, rara vez puesto de manifiesto y visto tan palpablemente como en el caso presente. Ver para creer... (Sánchez del Río 1931)

El Lavadero de la Corredoria

Está situado a unos 4 km de Oviedo, en dirección a Gijón por la carretera antigua, concretamente en la zona de Lugones (foto 3).

Este paraguas, fue uno de los diseñados con el propósito de atechar a las lavaderas, que acudían a lavar la ropa, en la fuente de su base.



Foto 3
Vista del Lavadero de la Corredoria, en la que se distingue al fondo, la fuente que en épocas pasadas le servía de abastecimiento

Como se puede apreciar en la fotografía 4, su estado de conservación es óptimo, después de haber sido sometido —años atrás— a una profunda rehabilitación, que ha permitido su recuperación total.

El Lavadero de Olloniego

Se encuentra situado en el pueblo del mismo nombre, a unos 10 km de Oviedo por la Autovía de Campomanes (foto 5).



Foto 4
Otra vista del lavadero de la Corredoria; con anterioridad a su rehabilitación, el mástil llegó a estar sujeto únicamente por las armaduras longitudinales del mismo. Esta foto de la estructura portante del paraguas, da idea por si sola del excelente trabajo realizado.

Con fecha de 2 de mayo de 1998, la Sección de Patrimonio del Principado de Asturias, informó que el mal estado en que se encontraban los lavaderos públicos de Olloniego, Fuente de la Plata y La Corredoria hacía aconsejable su rehabilitación urgente. Sin embargo, a pesar del tiempo transcurrido y de la gravedad de los daños de los mismos, tan solo ha sido rehabilitado el de La Corredoria, mientras que en el Paraguas de Fuente de la Plata —debido al acentuamiento de sus lesiones a lo largo del tiempo— se ha producido su ruina definitiva.



Foto 5
Lavadero de Olloniego, con su muro de cobertura lateral.

Los años transcurridos desde la citada fecha, así como la intensa humedad ambiente, han incrementado el deterioro del lavadero de Olloniego, en el que su estado actual se puede comprobar en la —ya mencionada— foto 5 y en la 6.

En los alrededores inmediatos del mismo, se encuentra un colegio y algún edificio de varias plantas pendiente de estrenar. En la mitad sur delimitada por el lavadero, se encuentran ubicados edificios antiguos de dos plantas cuyos tejados y fachadas presentan un estado excelente y sus calles peatonales recientemente adoquinadas, constituyen un entorno muy bonito.

A la vista de lo citado, parece conveniente la recuperación de está obra singular del Municipio de Olloniego, no ya solo por la importancia en si de la misma y de la conservación del patrimonio arquitec-



Foto 6
En esta fotografía, se pueden observar los severos daños producidos por la carbonatación sobre algunas varillas

tónico, sino por la integración de este lavadero y la parcela en la que se encuentra ubicado, como un pequeño parque para el disfrute de los vecinos del barrio.

Estudio sobre el estado actual del Lavadero de Olloniego y soluciones a adoptar en orden a su recuperación total

El presente trabajo continúa con el estudio citado, que comprende la Organización de la estructura y la Metodología del diagnóstico previo, para posteriormente centrarse en los Procesos patológicos del hormigón por la acción del agua y finalmente analizar su Estado antes de la rehabilitación y formular una posible Propuesta de rehabilitación de la obra.

Organización de la estructura

La estructura está resuelta con un soporte central «a» de sección exagonal variable empotrado en la cimentación y coronado por un capitel «b» del que irradian veinte voladizos a modo de «varillas», enlazados entre sí por una viga riostra circular «c» de sección cuadrada, que divide en dos piezas «d» y «e» las citadas varillas (fig. 1).

La cobertura o «tela» se ha solucionado con bovedillas de fibrocemento de dos tipos: unas centrales

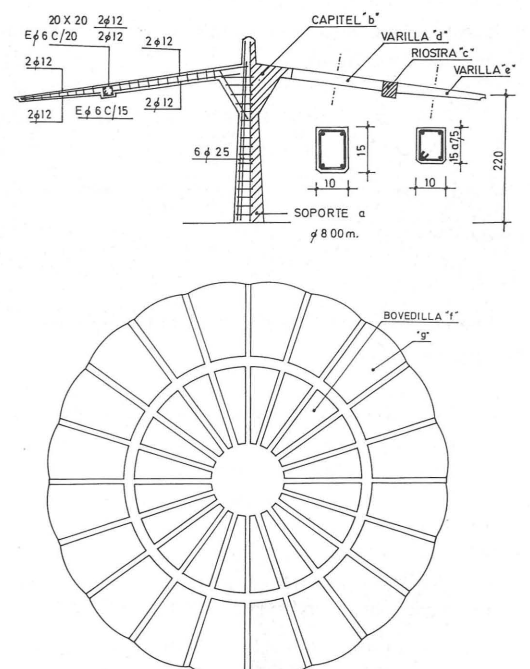


Figura 1

«f» de planta triangular y otras perimetrales «g» de planta trapecial (fig. 1). Ambas se disponen atornilladas a las varillas a lo largo del canalón que conforman sobre aquellas (fig. 2).

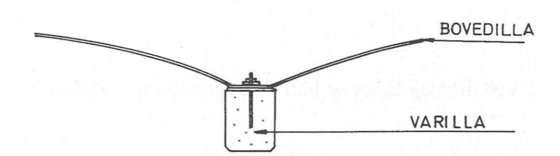


Figura 2
Detalle de disposición y unión de bovedillas sobre varillas

Metodología del diagnóstico previo

La enfermedad de un ser vivo o de una construcción sigue un proceso patológico, cuyo origen es un mal, que posteriormente evoluciona y se manifiesta a tra-

vés de unos síntomas y que, de no atajarse a tiempo, termina en unas lesiones. El proceso descrito, se ha sintetizado en la figura 3.

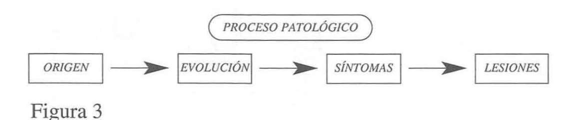


Figura 3

Aparecidas estas, o mejor detectadas aquellas, el patólogo se afana:

1º) En la patología o estudio patológico. siguiendo un proceso inverso al anterior estudia la naturaleza de la enfermedad: es decir, a partir de las lesiones y de los síntomas, trata de conocer el origen del mal (fig. 4).
2º) una vez determinadas las causas, califica la enfermedad, o lo que es igual, emite el diagnóstico.
3º) por último, aplica el remedio para su tratamiento o terapéutica. esta última puede ser de orden curativa cuando se refiere a una construcción afectada, y preventiva si se trata de preceptos para evitar la aparición del mal.

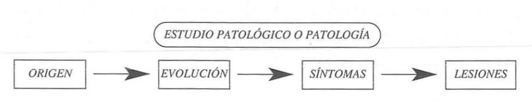


Figura 4

Las citadas fases se han consignado en la figura 5.

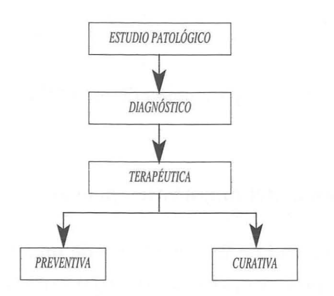


Figura 5

Procesos patológicos del hormigón por la acción del agua

El agente agresor fundamental en la obra del asunto, es sin lugar a dudas el agua: principal causante de la humedad en el hormigón armado de la estructura del paraguas.

El hormigón bien dosificado y puesto en obra, es un material resistente al agua exterior. Sin embargo, en sus paramentos pueden manifestarse manchas de óxido, o bien roturas por las tensiones internas debidas a la corrosión.

Inicialmente se deben a la carbonatación del hidróxido cálcico por la acción del agua exterior combinada con el anhídrido carbónico y, posteriormente, a la corrosión de las armaduras.

A continuación, se detallan los procesos más notables y las consiguientes lesiones que se aprecian en el hormigón armado de la obra del asunto, al ser atacada por el agua exterior, así como la influencia de la fisuración y la porosidad en el proceso final de la corrosión.

Procesos debidos a humedades en atmósferas contaminadas (carbonatación)

Las armaduras de un hormigón recién puesto en obra están protegidas frente a riesgos de oxidación por el recubrimiento y por la presencia del hidróxido de calcio (fig. 6). Y así continuaran, de forma estable si, a través de sus poros, no penetrase la humedad ambiental contaminada con anhídrido carbónico. Se produce entonces la reacción:

$$H_2O + CO_2 \rightarrow CO_3H_2$$
$$CO_3H_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CO_3Ca + 2\,H_2O$$

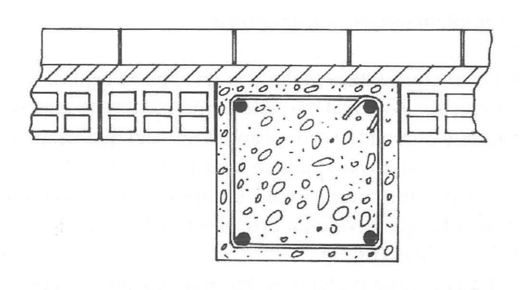


Figura 6

por la que el hidróxido cálcico se transforma en carbonato, disminuyendo la alcalinidad desde un pH = 12 ó 13 a otro de valor pH = 9 ó 9'5. Ocurre entonces que la alcalinidad ya no es suficiente para proteger la armadura comenzando la oxidación (fig. 7).

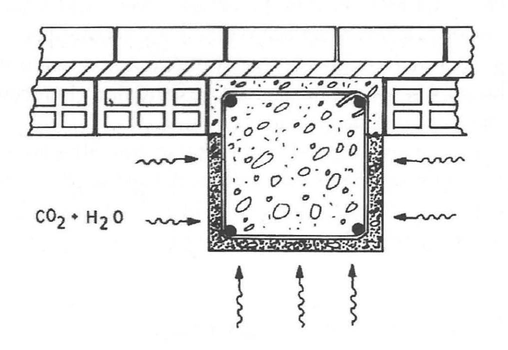


Figura 7

El avance de la carbonatación es función de la humedad relativa del aire, de la proporción de CO_2 y de la porosidad según la expresión: $p = K \cdot \sqrt{T}$, donde:

- p: profundidad de la carbonatación en cm.
- T: tiempo en años
- K: un coeficiente que depende de la calidad del hormigón. Se estima que para hormigones corrientes y buenos vale respectivamente 0,5 y 0,2.

En el ejemplo de la figura 8, se pretende hacer énfasis sobre la importancia de conseguir hormigones compactos y mantener los recubrimientos. En el mismo, se calcula el tiempo de carbonatación de un hormigón corriente y de otro bueno, para recubrimientos de 1 y 2 centímetros.

La zona carbonatada se determina aplicando al hormigón una solución alcohólica de fenoltaleína al 1,5 ó 2 % con adición de un 5 a 10 % de agua destilada. Las zonas con un pH = 10 dan una tonalidad roja oscura.

EJEMPLO

Determinar la llegada de la carbonatación a las armaduras de dos hormigones, uno corriente y otro bueno, para recubrimientos en sus armaduras de p = 1 y p = 2 cm.

De la expresión anterior, se deduce que: $T = \frac{p^2}{K^2}$

Con recubrimientos de p = 1 cm, se tiene que para:

a) Hormigón corriente: $T = \frac{1}{0{,}5^2} = 4$ años

b) Hormigón bueno: $T = \frac{1}{0{,}2^2} = 25$ años

Con recubrimientos de p = 2 cm, los tiempos anteriores se incrementan en:

a) Hormigón corriente: $T = \frac{2^2}{0{,}5^2} = 16$ años

b) Hormigón bueno: $T = \frac{2^2}{0{,}2^2} = 100$ años

Figura 8

Fisuración

Las causas que pueden fisurar y agrietar el hormigón son muy variadas. El problema se debe a que, a través de las fisuras penetra el agua (en forma de vapor o líquido) y los gases nocivos, dando lugar a ácidos (sulfúrico, nítrico o clorhídrico) que atacan directamente a las armaduras. Las grietas ponen en contacto directo a las armaduras con los agentes agresores acelerando y agravando el proceso de corrosión.

Porosidad

También la porosidad es consustancial con el hormigón ya que, para el proceso de fraguado, se necesita la presencia de agua. Una parte de ella (~ 60 %) cristaliza formando parte del propio hormigón, y la otra (~ 40 %) queda ocluida formando poros al evaporarse. De aquí el interés en rebajar la relación agua cemento a fin de disminuir la cantidad de agua, la necesidad de la vibración para eliminar aire ocluido, y el que los poros sean lo más pequeños y repartidos posible. La existencia de poros continuos, y no digamos coqueras, facilitan y aceleran el ataque de los agentes agresores.

Corrosión de las armaduras

La corrosión es el proceso químico o electroquímico por el que el hierro se separa del acero transformándose inicialmente en hidróxido de hierro:

$$2\ Fe + 2\ CO_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ (HCO_3)_2\ Fe + O_2$$

y después en óxido de hierro hidratado y agua:

$$Fe\ 2\ (HCO_3)_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 2\ H_2O + 4\ CO_2$$

El mecanismo de transformación es el siguiente, cuando el recubrimiento de las armaduras es insuficiente para protegerlas del proceso de carbonatación visto anteriormente, el acero se encuentra en un ambiente ácido que provoca la oxidación. El consiguiente aumento de volumen genera tracciones internas que, inicialmente, fisuran el hormigón (fig. 9) permitiendo la entrada de la atmósfera agresiva (anhídridos sulfurosos, vapores de la combustión de carburantes, etc.) que aceleran el ataque y que finalmente lo disgregan (fig. 10).

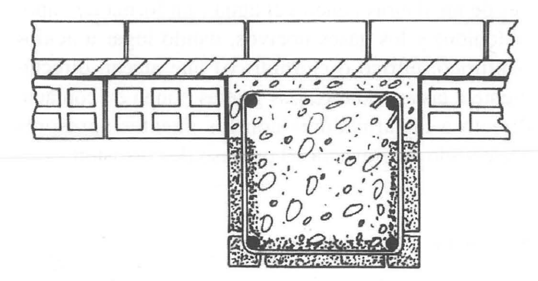


Figura 9

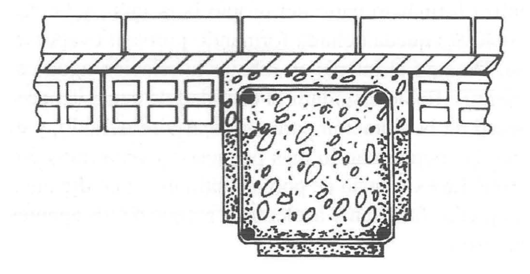


Figura 10

El proceso puede ser de origen químico, cuando el acero entra en contacto con el aire o con el agua. Y también electroquímico, al coincidir una diferencia de potencial (corrientes accidentales, diferente composición de las armaduras, etc.) con la presencia de un electrolito (agua en presencia de anhídrido carbónico). La diferencia de potencial (electrones) separa los iones ferrosos del acero (ánodo) y los transporta a la superficie (cátodo), transformándolo en óxido de hierro y agua, que se encarga de continuar el proceso hasta que desaparece aquél.

La corrosión puede presentarse inicialmente en forma de picaduras con valores del pH = 10'5 ó 10 por la presencia de iones SO_2 ó Cl. A partir de pH = 8,8 ó 8,9 aparece la corrosión superficial.

Estado antes de la rehabilitación

Los procesos patológicos, que se observan en la estructura de hormigón armado del paraguas, son debidos a la acción del agua.

Como se puede apreciar en las fotografías, la totalidad de la cubierta y parte de la estructura portante, están cubiertas de musgos y líquenes, cuyo crecimiento se ve favorecido por la geografía del entorno de Olloniego, rodeada de montañas, razón por la que el número de horas de sol son menores (foto 7).

El soporte central se encuentra en buen estado, aunque castigado por la humedad en su base, como



Foto 7

Lavadero de Olloniego. Se puede apreciar una porción del vaso, situado en el contorno de su base.

consecuencia de la contención del agua para las operaciones de lavado (foto 8).



Foto 8
Empotramiento del mástil en la base, castigado por la humedad

El estado del capitel que corona el soporte, viga riostra circular y las varillas centrales que unen ambos, es bastante bueno (foto 9).

Al menos nueve de las varillas exteriores precisan ser reparadas. En las mismas se pueden apreciar sus correspondientes redondos al descubierto, como consecuencia de una carbonatación severa, lo que ha provocado la disgregación de parte de la masa de hormigón y la posterior corrosión de las armaduras, al quedar estas al descubierto (fotos 10 y 11).

En cuanto a las bovedillas, precisan ser sustituidas 3 de las exteriores y 2 de las interiores.

Propuesta de rehabilitación

Las fases de que consta la rehabilitación que se propone son las siguientes:

a) Desmontaje de las bovedillas
b) Descarga de la estructura
c) Sustitución del hormigón deteriorado
d) Limpieza, reparación y refuerzo de las armaduras
e) Hormigonado
f) Retejado

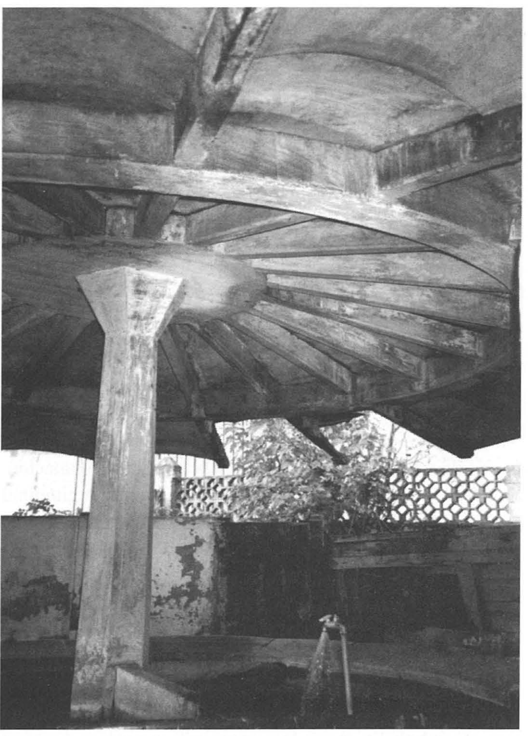


Foto 9
Tanto la viga riostra, como las varillas centrales (que enlazan el capitel con la viga citada), se encuentran libres de carbonatación.

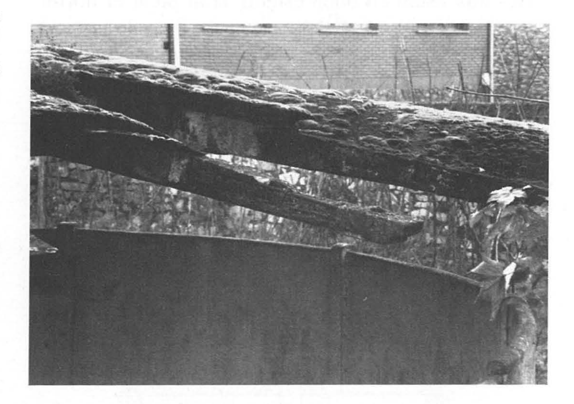


Foto 10
Disgregación de la masa de hormigón en las varillas de la cobertura, debido a una carbonatación severa.



Foto 11
Otra vista de una de las varillas —que conserva intactas las bovedillas de su cobertura— atacada por la carbonatación. Se puede observar la oxidación en la armadura longitudinal y transversal al descubierto.

Desmontaje de las bovedillas

En primer lugar deben desmontarse las bovedillas deterioradas, así como las situadas sobre varillas que han de rehabilitarse y las contiguas a ambas, ya que existe solapo en la unión atornillada.

Descarga de la estructura

A pesar de que tanto el fuste como las varillas centrales «d» están en buen estado, si al picar el hormigón desagregado de las piezas «e», se produjeran vibraciones y movimientos excesivos, sería necesario apuntalar ligeramente el «paraguas» bajo la viga perimetral y sobre el antepecho del lavadero como se puede apreciar en la figura 11.

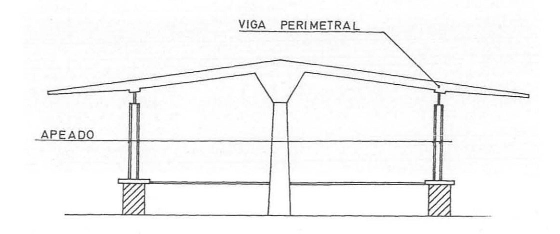


Figura 11

Una vez inmovilizada —en su caso— la estructura del «paraguas», a fin de reestructurar las varillas en voladizo «e», es recomendable apear con tablones del mismo ancho que aquellas, a fin de facilitar posteriormente la aplicación del relleno como se puede observar en la figura 12.

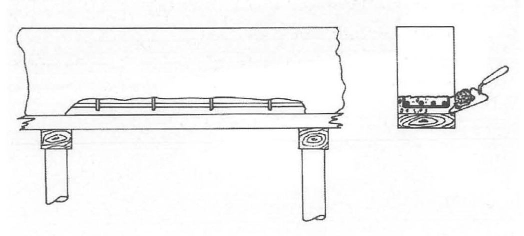


Figura 12

Sustitución del hormigón deteriorado

Debe procederse a la demolición del hormigón deteriorado y al descubrimiento de las armaduras para su posterior tratamiento.

La retirada del hormigón defectuoso debe alcanzar hasta el conglomerante en buen estado, ya que, en caso contrario, se facilitará la posibilidad de un nuevo ataque al tiempo que se dificulta la adherencia entre los hormigones antiguo y nuevo.

Limpieza, reparación y refuerzo de las armaduras

La ruptura de la continuidad del proceso de corrosión se obtiene tratando las armaduras con chorro de arena hasta dejar la superficie con brillo metálico.

Si la disminución de la sección de la armadura —como consecuencia de su corrosión y limpieza— es apreciable, puede ser necesario suplementar con nuevos redondos.

En el caso de que la zona afectada corresponde a la armadura de tracción de las «varillas» «e» en su unión con la viga riostra, puede ser necesario —según el caso— abrir una acanaladura para alojar en ella el redondo de continuidad.

Hormigonado

Una vez limpia la superficie de contacto, se recomienda la utilización de un hormigón aglomerado con resina, a fin de garantizar tanto su protección como la unión entre hormigones antiguos y nuevo. A tal efecto, y para evitar «incompatibilidades», la composición del nuevo debe ajustarse lo más posible a la del conglomerante existente en tipo y tamaño del árido, dosificación y relación agua cemento.

Su puesta en obra se realizará con paleta, como se indica en la figura 12. Por razones estéticas se hace necesario igualar también la textura exterior.

Retejado

La rehabilitación de la cubierta concluye con la limpieza de las bovedillas existentes, y la colocación de las desmontadas o sustituidas. Su unión con las varillas se realizará por atornillados a través de «spits». En las varillas rehabilitadas los espárragos se embeben en el hormigón fresco.

Finalmente, mencionar —con el único ánimo de destacar su idoneidad— que la metodología desarrollada en esta propuesta de rehabilitación, ha sido utilizada en la reparación del Lavadero de la Corredoria con indudable éxito, como el lector puede comprobar al observar las fotografías del mismo.

VERIFICACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO

Como colofón a lo expuesto anteriormente, a continuación se va a desarrollar la verificación del dimensionado del Lavadero de Olloniego, tanto en E.L.S., como en E.L.U. pero atendiendo, exclusivamente, a las tensiones normales en las secciones rectas de las varillas, las cuales —a simple vista de la geometría del paraguas— se presumen como los elementos más solicitados.

Para la resolución de la estructura se utiliza un programa informático comercial para el cálculo de estructuras de barras, planas y tridimensionales, el cual posee un módulo de análisis y dimensionamiento de secciones de hormigón armado y pretensado.

El esqueleto portante de hormigón armado, se calcula sometido a las acciones del peso propio, nieve y viento.

El peso propio se introduce como una carga volumétrica, es decir, a partir del peso específico del hormigón armado, el mismo programa de cálculo lo transforma en una carga lineal vertical al multiplicarlo por el área de la sección considerada.

La sobrecarga de nieve se aplica sobre las varillas de la cobertura, distribuyendo sobre cada una de ellas una carga longitudinal triangular (correspondiente a cada una de los 20 sectores en que queda dividida la superficie cubierta por las varillas), cuyo vértice —de valor nulo— coincide con la vertical del fuste del paraguas.

Debido a que la pendiente de la cubierta es muy reducida, no son de temer efectos de succión y únicamente se tiene en cuenta la acción del viento a barlovento, exclusivamente (fig. 13). Al igual que en el caso anterior, se consideran cargas triangulares en cada varilla correspondientes cada uno de los sectores que determinan en planta, con la salvedad de que la dirección de estas cargas, es perpendicular a la superficie que cubren y no vertical como en el caso de la nieve. Asimismo, dado que la superficie de la cubierta no está contenida en un plano, sino que es cónica, la acción del viento será máxima en la generatriz de esta superficie cónica (varilla del paraguas) que esté contenida en un plano vertical que a su vez contenga la dirección del viento. En las restantes varillas, esta solicitación irá disminuyendo progresivamente, hasta llegar a anularse en las que forman un ángulo recto con el citado plano vertical que contiene la dirección del viento; esta variación se supone lineal (fig. 14).

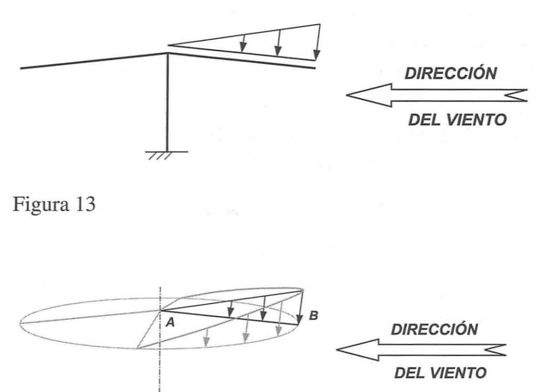


Figura 13

Figura 14
AB: generatriz citada que se considera soporta la carga máxima

A continuación se muestran los resultados del cálculo; en la gráfica correspondiente a la deformada (fig. 15) se puede apreciar que la deformación vertical de la varilla más cargada es de 13 mm, con lo que la relación luz/flecha es de L/f = 400/1,3 = 308, valor más que aceptable a efectos de E.L.S. para el uso de la estructura.

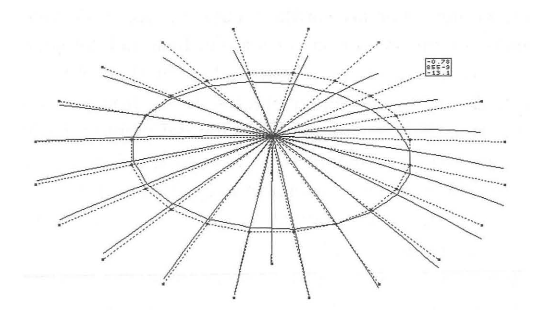


Figura 15
Deformada del esqueleto portante

En las figuras 16, 17 y 18, se representan en una perspectiva parcial, los resultados de la comprobación de tensiones normales en secciones rectas de algunos elementos de la cubierta, como son la varilla más solicitada y uno de los segmentos de viga riostra solidarios a la misma, así como el fuste del paraguas. A la vista de los resultados de las tensiones normales

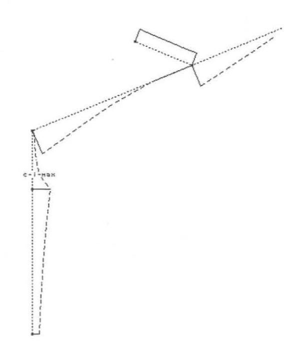


Figura 16
Tensión borde inferior, máx: –54.2 kp/cm^2

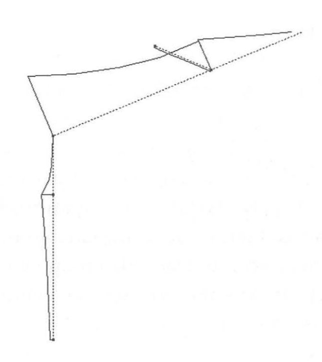


Figura 17
Tensiones en la armadura superior, máx: 1360 kp/cm^2

de diseño, obtenidas en las secciones rectas de las varillas, se estima que —atendiendo a la época de construcción de la presente obra— las tensiones admisibles de los materiales empleados, tanto en el hormigón como en el acero, ofrecen todavía un margen de seguridad a todas luces suficiente, lo que unido a unas deformaciones máximas totalmente tolerables, permite dar por bueno el dimensionado.

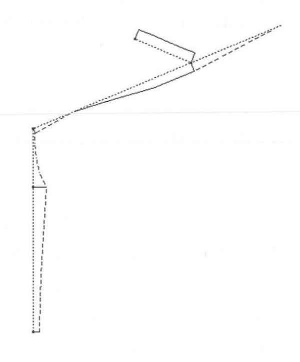


Figura 18
Tensiones en la armadura inferior, máx: –278 kp/cm^2.

Lista de Referencias

C.S.T.C. 1987. (s/f): *Recomendaciones de la C.S.T.C. para el tratamiento de las humedades*, en Doc. 6–7. f2/03 del Catálogo informativo de la construcción. Ed. C.I.C.

Curso Humedades. 1992. C.O.A.T. de Barcelona.

Eichler, F. 1969. *Patología de la construcción*. Ed. Blume/Labor, Barcelona,1974 (Vers. Esp. de la 2ª ed. Alemana).

Gratwick, R. T. 1971. *La humedad en la construcción. Sus causas y remedios*. Ed. E.T.A.

Instrucción de Hormigón Estructural. EHE. 1999. Comisión permanente del Hormigón. 2ª edición – Madrid. Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones.

Lozano Apolo, Gerónimo. 1994. *Diseño cálculo y construcción de estructuras de cimentación*. Ed. Consultores Técnicos de Construcción.

Lozano Apolo, Gerónimo. 1998. *Proyecto de rehabilitación*. Ed. Consultores Técnicos de Construcción.

Lozano Apolo, Gerónimo y Lozano Mtez. Luengas, Alfonso. 1998. *Curso diseño cálculo construcción y patología de cimentaciones y recalces*. Consultores Técnicos de Construcción.

Lozano Apolo, Gerónimo; Lozano Mtez. Luengas, Alfonso y Santolaria Morros, Carlos. 1993. *Curso de tipología patología y terapéutica de las humedades*. Ed. Consultores Técnicos de Construcción.

Ortega Andrade, F. 1989. *Patología de la construcción. Humedades en la edificación*. Ed. Editan, S.A.

Piquero, Alberto y Rojas, Mario. 5/12/1999. *De El Paraguas a El Olivar*. Diario El Comercio.

Sánchez Del Río Pisón, Ildefonso. 1931. Un paraguas de hormigón armado en Oviedo o el ojo clínico del ingeniero. *Revista de Obras Públicas*.

Ulsamer, F. y Minoves, J. 1989. *Las humedades en la construcción*. Ed. C.E.A.C.

Una aproximación al sistema de apeos de Adolfo Fernández Casanova para la catedral de Sevilla

Aurora Villalobos Gómez

Esta comunicación pretende iniciar el estudio de los sistemas de apeos que empleó el arquitecto Adolfo Fernández Casanova en el curso de las intervenciones de consolidación que llevó a cabo en la Catedral de Sevilla en el período de 1881–1889 hasta la caída del cimborrio.

Se trata de una primera aproximación al tema ya que son muchos los aspectos a considerar. Lo particular de esta investigación es la intención de poder vincular los estudios rigurosos dados por otros especialistas desde diversos aspectos,[1] tomando como hilo conductor la cuestión constructiva y aportando, en la medida de lo posible, nuevas vías de investigación para futuras investigaciones.

El documento como fuente de conocimiento

Es cierto que el edificio es el primer documento que nos habla de sí mismo, pero precisa de otras fuentes elaboradas (dibujos, planos, memorias, ensayos) que nos ayuden a interpretarlo. Una mirada inteligente nos despierta dudas e intuiciones o nos confirma otros pensamientos, pero es preciso plasmar en el papel esas observaciones para abstraer una idea a compartir y poder volver sobre ella. El estudio de estas fuentes primarias (edificio y proyecto) trae consigo la elaboración de esas fuentes secundarias (diccionarios, manuales, tratados, normas) que confieren especificidad a la propia disciplina de la Historia de la Construcción.

En este sentido, los proyectos de Adolfo Fernández Casanova y los informes emitidos por Simeón Ávalos nos ofrecen las dos versiones de un mismo hecho: las obras de restauración del mayor templo gótico del mundo visto con la erudición de un docente y el apasionamiento de un académico. Para poder entender la importancia de estas fuentes es preciso que tengamos en cuenta cuál era el ámbito profesional del arquitecto, qué se entendía por un proyecto, con qué medios de expresión contaba la nueva disciplina restauradora y cómo podía organizarse una obra de esas dimensiones. Todo esto se puede estudiar a partir de los documentos conservados en diversos archivos[2], la consulta a diccionarios de construcción contemporáneos y la bibliografía especializada acerca de la época, las obras y los medios.

La época de la restauración monumental

Al contrario de lo que pudiera parecer, el concepto de «restauro» —asociado a la recuperación de edificios antiguos— tiene un origen moderno: es una disciplina que surge entre la tradición (neoclasicismo y eclecticismo) y la innovación (revolución industrial), la teoría (enseñanza reglada de la arquitectura) y la práctica (ciencia de la construcción), los descubrimientos (arqueológicos) y las interpretaciones (arquitectónicas) y enseguida se desenvuelve según diversos criterios hasta el punto de que en España este debate conducirá a la distinción entre «restaurado-

res» y «conservadores». Desde el principio, la corriente francesa del restauro en estilo tiene una gran influencia ya que se importan —con sus particularidades— los modelos legislativos de salvaguarda del patrimonio monumental, administrativos de las Comisiones de monumentos y educativos de las Escuelas de Arquitectura...[3] Sin embargo, más adelante, también surgirá una corriente antirrestauradora de influencia inglesa e italiana, más preocupada por el mantenimiento de los monumentos y sensible ante otros estilos arquitectónicos.

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (a partir de 1744)

En este ambiente cultural, se comprende la importancia de una institución como la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando,[4] fundada en Madrid desde época temprana para supervisar (desde la Sección de Arquitectura) las intervenciones sobre obras públicas —e incluso de titularidad eclesiástica— a cargo de los arquitectos validados por ellos. Sucede así que, a partir de un mismo proceso de tramitación de los expedientes y un solo modelo de formación como arquitecto, sea fácil comprender que se tendiera a normalizar las partes del Proyecto en la disposición «académica» tal y como lo entendemos hoy: memoria, planos, pliego de condiciones y presupuesto. Esto incluso llevó desde sus inicios a la práctica de reutilizar algunos documentos genéricos para cada tipo de obra, como el pliego de condiciones; si bien era inevitable particularizar los planos y el presupuesto. En cambio, la memoria se resistía a ser siempre la misma ya que, a pesar de su deseo de rigor científico, no estaba exenta de lirismo (letra cursiva añadida):

> No acompaña a este proyecto, *ni es tampoco indispensable*, el pliego de condiciones para la ejecución de estas obras, por sus índoles tan análogas y semejantes a las de otros proyectos ya aprobados, y cuyos pliegos de condiciones deberán considerarse en vigor para el caso presente.
> (Ávalos 1889).

Sin embargo, esta influencia no se produce solamente en el sentido académicos —arquitectos sino también arquitectos— académicos ya que algunos proyectos alcanzaron tal nivel de corrección que se conservaron para tomarlos como paradigmas (letra cursiva añadida):

> No terminará esta Academia su informe, sin llamar respetuosamente la atención de V.I. sobre *la importancia del trabajo sometido a examen, nutrido de datos y de cálculos minuciosos, y completo con gran número de planos*, que revelan el concienzudo estudio que el autor con una actividad y constancia nada comunes, va haciendo del monumento llamado a restaurarse, circunstancias que le hacen muy acreedor al aprecio de este cuerpo artístico y a la eficaz recomendación que en su favor eleva a V.I.
> (Ávalos 1882).

> *Sería asimismo de gran importancia formar en esta Real Academia un Archivo de los proyectos* que se van estudiando para la conservación de nuestros diversos monumentos...
> como un centro de estudio *para los jóvenes arquitectos*, destinados a continuar más tarde la elevada misión de salvar nuestras más preciadas y no escasas joyas monumentales
> (Ávalos 1884).

Esto implica que no sólo se informaba a priori de la adecuación o no de la intervención y a posteriori de la marcha de las obras, sino que formaba parte indispensable de la supervisión la aceptación del documento como tal. De nuevo, se pone de manifiesto la importancia de las fuentes[5] de la Historia de la Construcción. El proyecto en sí, independientemente de la obra ejecutada, tiene un valor reconocido. Para ilustrar esta idea, sirva la relación profesional establecida entre el arquitecto encargado de las obras de la Catedral de Sevilla Adolfo Fernández Casanova y el inspector enviado por la Academia Simeón Ávalos.

Adolfo Fernández Casanova (1843–1915)

La elección de este joven arquitecto en 1881 para emitir el informe del estado de conservación de la Catedral de Sevilla y su designación por Real Orden para efectuar dichas obras no se explican a la vista de su inexperiencia profesional si no es por sus grandes aptitudes académicas.[6] Con esto queremos decir que antes de su designación sólo se tiene conocimiento de su colaboración en tres obras como delineante (cárcel de Alcalá donde quizás pudiera haber conocido a Juan de Madrazo, manicomio de Calatayud y un

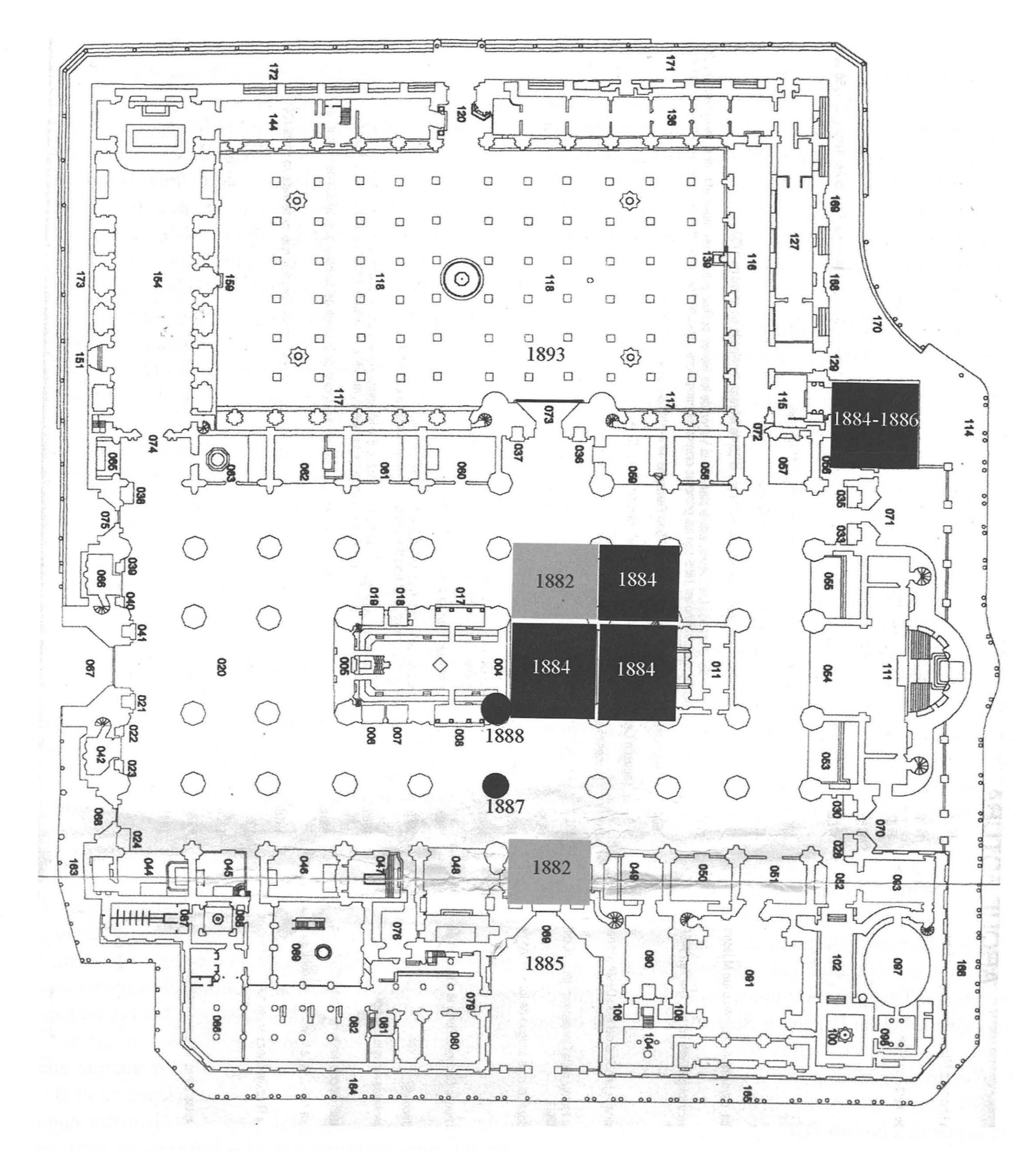


Figura 1
Planta turística de la Catedral de Sevilla, con referencia de las obras de Adolfo Fernández Casanova.

puente) y algunas otras no singulares como arquitecto municipal (salón del actos del ayuntamiento de Alcalá de Henares, capilla del cementerio y una traída de aguas). En cambio, sabemos de sus publicaciones sobre las obras de la Catedral de León, estudios históricos y sus apuntes de geometría aplicada a la estereotomía o de estática gráfica aplicada a las construcciones de fábrica, madera y hierro...

Su formación en la Escuela de Arquitectura de Madrid, en pleno proceso de restauración de la Catedral de León por Juan de Madrazo,[7] vino a enfatizar la influencia francesa de su formación como proyectista y restaurador. La curiosidad que despertaban en la sociedad los proyectos para acabar la catedral gótica, en él se convertirían en interés por aplicar los conocimientos de estos sistemas constructivos y los medios auxiliares necesarios.

LAS OBRAS DE LA CATEDRAL DE SEVILLA; ENTRE LA REALIDAD Y LA IDEALIDAD

El caso de la Catedral de León (1859–1901)[8] se convierte en el auténtico mito de la restauración monumental en la España del siglo XIX donde, ante el estado de inminente ruina que amenazaba por efecto de las desamortizaciones el primer monumento nacional declarado, se genera una alarma social que despierta el deseo de profundizar en el conocimiento de la arquitectura medieval del siglo XIII con el propósito de convertirla en la Catedral ideal. En Sevilla (1882–1918),[9] para evitar llegar a la misma situación de deterioro se crea una Junta de Obras dependiente de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y se adjudican las obras que garanticen la estabilidad de la mayor fábrica gótica del mundo a Fernández Casanova. La extrañeza de su planta (adaptada a las proporciones del recinto de la antigua mezquita) y de su sección (resuelta en terrazas con poco desnivel) ofrecen un edificio singular por su heterodoxia y dimensiones donde es difícil aplicar las teorías góticas recibidas por un arquitecto neoclásico.

Los informes concernientes a una monumento tan señalado se encomiendan a Simeón Ávalos, nada menos que Director de la única Escuela de Arquitectura que había en España y Secretario general de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Con estos cargos no podía avalar mejor su profesionalidad como arquitecto, al servicio de la docencia y de la práctica profesional.

Los informes de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando

1881: Real Orden 24 de Diciembre de 1881.

1882: Obras de Restauración en la Catedral de Sevilla. Informe de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al Ilmo. Sr. Director general de Obras Públicas, 15 de Julio de 1882. Ponente, Simeón Ávalos.

1884: Proyecto de Restauración de pilares, bóvedas y ventanages de la Catedral de Sevilla. Informe de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al Excmo. Sr. Director general de Obras Públicas, 2 de Julio de 1884. Sección de Arquitectura.

1888: Obras en la Catedral de Sevilla. Informe de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al Excmo. Sr. Ministro de Fomento, 5 de Julio de 1888. El Director Federico Madrazo y el Secretario general Simeón Ávalos.

1889: Proyecto de acodalados para la Catedral de Sevilla. Informe de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al Ilmo. Sr. Director general de Obras Públicas, 11 de Marzo de 1889. Ponente Simeón Ávalos, Secretario general interino Francisco Asenjo Barbieri.

1895: Proyecto adicional al aprobado por Reales Órdenes de 28 de Marzo y 30 de Mayo de 1890 para la Catedral de Sevilla. Informe de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al Ilmo. Sr. Director general de Instrucción pública, 14 de Marzo de 1895. Ponente, Simeón Ávalos.

Los informes de la Academia eran emitidos por orden de la administración (el rey o el ministro) a cargo de un ponente designado por la Academia. Eran informes sin alegaciones que se elaboraban a propósito de la redacción de un proyecto o la visita a las obras. Debían describir y valorar el proyecto propuesto, la ejecución de los trabajos y la obra realizada, abarcando todo el proceso. Y sólo constaban de una redacción —de estructura similar aunque con una extensión variable— que se publicaba en el Boletín de la Academia. Así, podemos distinguir entre los informes de proyectos y los informes de obra, en una terminología que no nos resulta nada lejana.

El seguimiento de estos documentos nos permite conocer —cabría decir de manera didáctica— los contenidos de un proyecto casi sin necesidad de consultar los originales (con la salvedad de que no incluirían una parte gráfica o planimétrica) y reconocer las fases de intervención para desvelar la coherencia

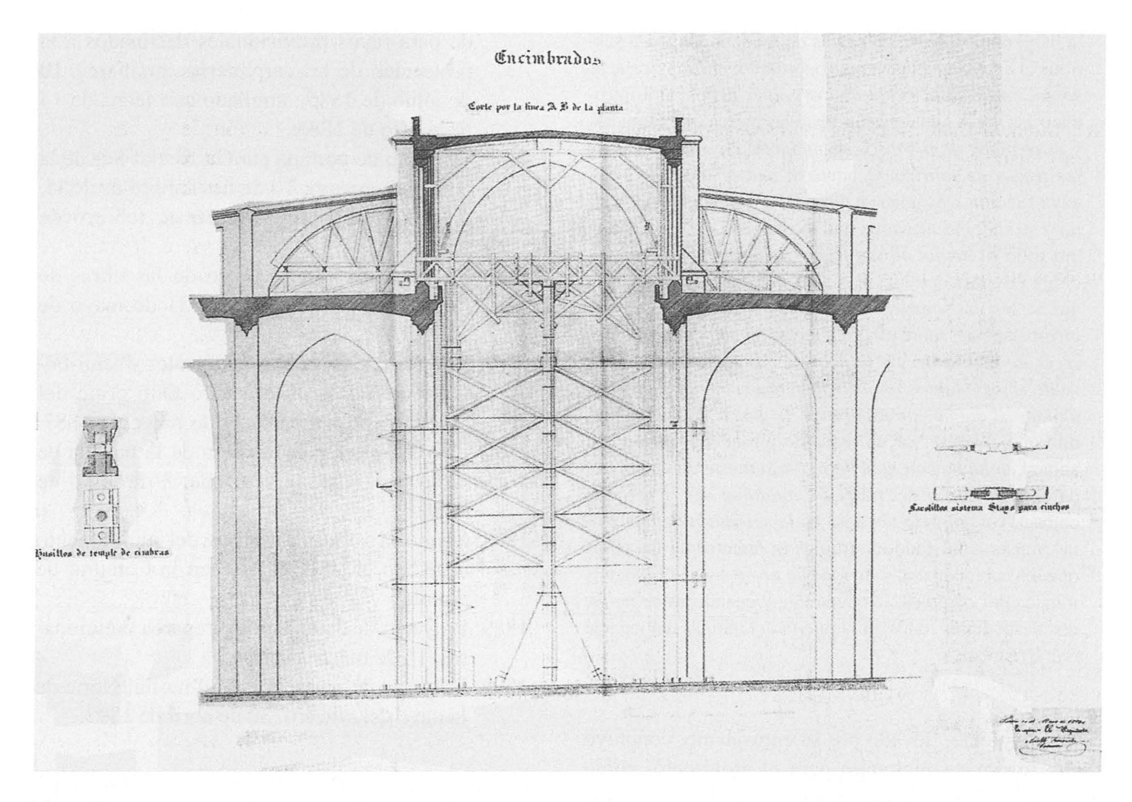


Figura 2
Encimbrados del Proyecto de restauración de la nave del crucero, 30 de mayo de 1882.

interna entre lo proyectado y lo ejecutado. La propia descripción establecería los elementos a tener en cuenta en dicha valoración ya que, insistimos, la corrección del planteamiento teórico del proyecto implicaba el visto bueno de las obras siempre que se ejecutasen conforme a lo acordado. Es por esto que se explica que ante la caída del cimborrio de la Catedral de Sevilla en 1888, el inspector emitiera un informe en el que animara al arquitecto responsable en vez de poner en duda su capacidad de responder ante esta dramática situación (letra cursiva añadida):

> Necesaria era en aquellos momentos una *gran presencia de ánimo* en el Arquitecto director de las obras... han sido examinados [los documentos presentados en el proyecto de urgencia] con detenimiento por la Sección informante, que se complace en manifestar que componen *un trabajo extenso, minucioso y bien clasificado...*
> (Ávalos 1889).

Asimismo, es inevitable pensar que, a pesar de la objetividad del método de redacción del informe, las descripciones del inspector se extiendan también a las impresiones marcadas por la experiencia de asistir a una obra de tal trascendencia no sólo para la continuidad del edificio sino por sentirse testigo de un acontecimiento histórico. La exposición del procedimiento de apeo de un pilar de la Catedral no puede ser más rica en información acerca del comportamiento de la fábrica y las condiciones de trabajo del personal, al tiempo que nos procura contagiar el estado de ánimo (letra cursiva añadida):

> Hubiera querido, Excmo.Sr., disponer en la ocasión presente de mayores conocimientos y de la elocuencia necesaria para describir en todos sus pormenores esta arriesgada e importantísima obra; el aspecto grandioso, al par que imponente, que ofrecía aquel conjunto de bóvedas bajas y el de dos de las altas del crucero, cargando sobre

la hábil combinación de piezas de madera que iba a sustituir el apoyo que las venía soportando; *el latir presuroso del corazón, al ruido de los golpes* dados para introducir las vigas que reemplazaban las partes desmontadas, *y al trepidar de los pisos de andamiaje por la caída de los trozos de fábrica* de aquel al parecer potente pilar, cuya función mecánica se extinguía *y, por fin, la angustia y excitación nerviosa* que experimentaba el organismo todo *al crujir de las maderas* que constituyen las cimbras y sus apoyos, *si, como dolidas* del esfuerzo a que se las iba sometiendo, *exhalaran quejas*; y en estas circunstancias, sobre el alto y reducido andamio, *al oscurecer de una tarde y a la débil luz de algunas contadas velas, unos cuantos obreros, bañado en sudor el rostro, agitado el ánimo, sin esperanza de gloria* ni de otro premio que el conservar un reducido jornal, trabajaban con ahínco *en lucha con aquella materia inerte* que aún quedaba del corazón del pilar, *sin cuidarse del riesgo* que corrían, *y confiando tan sólo en la sabiduría* de que tantas muestras ha dado el Arquitecto director de las obras que los acompañaba, y *de los que no se separó* hasta terminada por completo la operación, y cuando *ya de noche* nos despedimos todos en la puerta del templo llamada de San Cristóbal.

(Ávalos 1888).

Seguramente, llevado por su entusiasmo, concluyó dicho informe solicitando para el arquitecto, como alta y merecida recompensa por el acierto con que proyectó y dirigió las obras, la concesión de la Gran Cruz de Isabel la Católica como recompensa a estos servicios. Si bien es cierto que se piensa que, si el mecanismo no rompe por su forma a los cinco minutos, no romperá en cincuenta años, ninguno imaginaba que al año debería informar del proyecto redactado con urgencia para evitar la ruina generalizada de la fábrica ante la caída del cimborrio.

Los proyectos de Adolfo Fernández Casanova

1881: Memoria sobre el plan general de las obras de reparación necesarias en el Templo, 22 de diciembre de 1881.

1882: Proyecto de restauración de la nave del crucero, 30 de mayo de 1882.

1884: Proyecto de restauración de varios pilares, bóvedas y ventanages, 8 de mayo de 1884.

1884: Proyecto de restauración de la Giralda, 11 de noviembre de 1884.

1885: Giralda de Sevilla. Proyecto de instalación de para-rayos provisionales destinados a la protección de las carpinterías auxiliares, 10 de junio de 1885, ampliado con fecha de 14 de agosto de 1885.

1885: Proyecto de portada para el hastial Sur de la nave del crucero, 10 de noviembre de 1885, ampliado con fecha de 16 de febrero de 1888.

1886: Proyecto complementario de las obras de restauración de la Giralda, 31 de mayo de 1886.

1887: Proyecto de formeros, ventanales y semi-bóvedas de colaterales del costado oeste del brazo sur del crucero, 24 de mayo de 1887.

1888: Proyecto de reconstrucción de la bóveda de la epístola y de la contigua, 8 de junio de 1888.

1888: Memoria sobre las causas del hundimiento acaecido el 1º de agosto en la Catedral de Sevilla.

1889: Proyecto de acodalados y reparos preliminares, 16 de marzo de 1889.

1893: Proyecto de portada para el hastial Norte de la nave del crucero, 30 de abril de 1893.

Los proyectos de intervención que se llevaron a cabo por petición de la Junta de Obras del Cabildo de la Catedral de Sevilla fueron de: restauración (ante el mal estado de la fábrica en 1881), reconstrucción (de las partes derruídas en 1888), de acodalados y reparos preliminares (tras la catástrofe, en 1889) y de finalización de elementos inacabados (como algunas portadas y ventanales).

Todos ellos contenían una memoria exhaustiva que analizaba el sistema de construcción empleado en el monumento para fundamentar científicamente las causas de las patologías existentes como alteraciones a dicho esquema de funcionamiento:

considero un deber de justicia llamar la atención de V.I. sobre la interesantísima Memoria que acompaña al proyecto, nutrida de doctrina científica y de atinadísimas consideraciones artísticas

(Ávalos 1884).

La teoría estructural del gótico era el criterio científico que permitía reconocer con un análisis estáticográfico la adecuación o no del tipo a las cargas que estaba soportando. Si bien los pilares resultaban di-

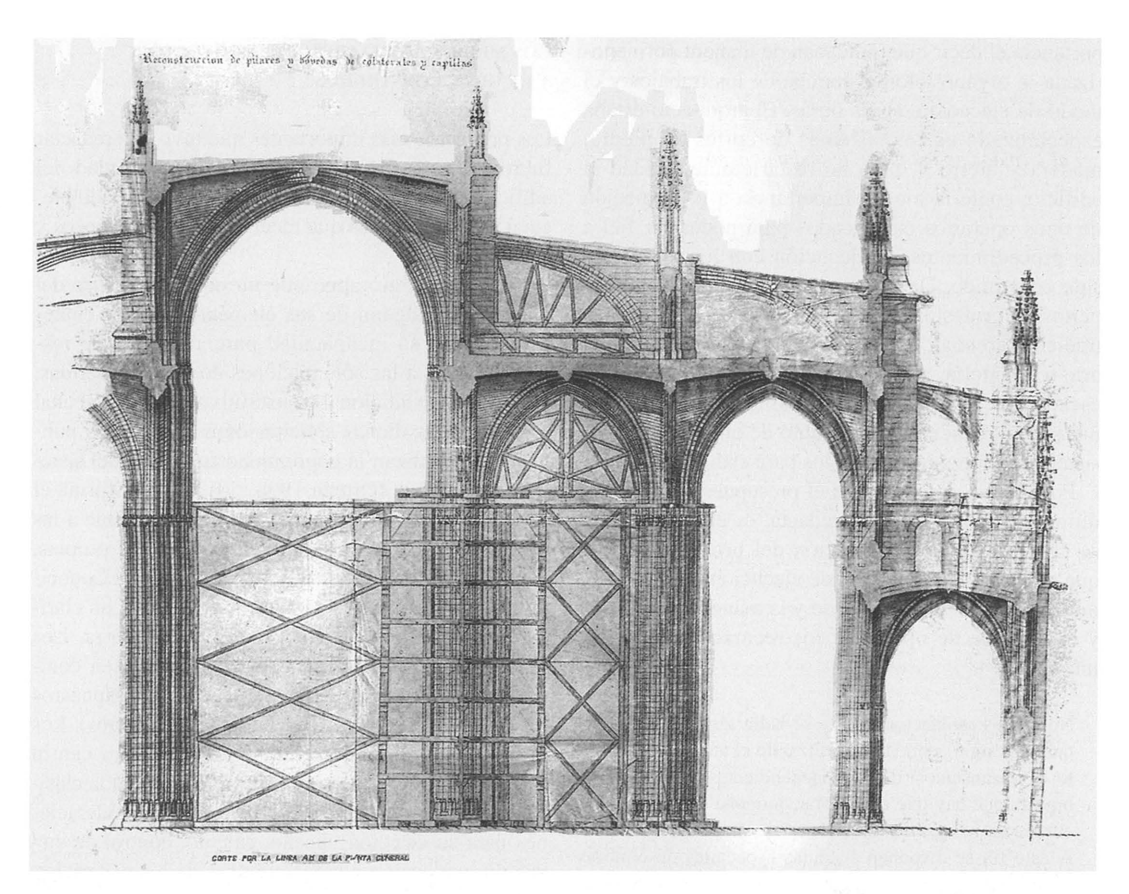


Figura 3
Sistema de apeos del Proyecto de restauración de varios pilares, bóvedas y ventanages, 8 de mayo de 1884.

mensionados para los empujes de las bóvedas y los arbotantes estaban colocados de forma que absorbieran los empujes horizontales, no se tenía en cuenta en el cálculo la falta de mantenimiento, los vicios ocultos y la debilidad de los materiales.

La cuestión que quedaba pendiente de fondo era la falta de adecuación del edificio concreto al modelo teórico que representaba la metodología propuesta por Madrazo. A diferencia de otros arquitectos, Casanova prefería no pronunciarse doctrinalmente y por eso en, vez de descubrir sus inquietudes restauradoras en la introducción, prefería dar una lección de construcción (con explicaciones e incluyendo incluso los cálculos, algo poco frecuente en la época) en el desarrollo de los diversos apartados para sacar sus propias conclusiones. Su seriedad conceptual no se la confería una postura doctrinal sino una actitud científica. Sólo, ante la imposibilidad de recuperar un estado original, se planteaba la idea violletiana de devolver el edificio a un estado de plenitud que puede que no se hubiera dado nunca en una época dada. Los desajustes teóricos se matizan al final con esta componente creativa en la práctica, no exenta de una intensa labor de crítica.

Los planos presentados eran innumerables y de grandes dimensiones para poder representar sobre un levantamiento neutro de la fábrica los cálculos de estabilidad, las dimensiones reales de los apeos y encimbrados y demás detalles constructivos.

Aunque era posible que los pliegos de condiciones se mantuvieran de una ocasión a otra, no le resta im-

portancia el decir que indicaban de manera pormenorizada la organización y marcha de los trabajos y el modo de ejecución de las obras. El arquitecto estaba especializado en los sistemas de cortes de piedra, madera y hierro y, para no restarle autenticidad al edificio, confería mucha importancia a la formación de unos operarios cualificados para poder ser fiel a los procedimientos de ejecución con los que había sido construído. De hecho, preparó cuadrillas de expertos en profesiones que, ante la desaparición de la tradición gremial, habían olvidado los secretos de su arte (carpintería, albañilería y cantería). Para ello no escatimaba tiempo, en una continua labor de enseñanza y vigilancia hasta el punto de que recuperó los sistemas de premios y castigos para estimularlos.

Por último, entendía que el presupuesto, siendo el último documento que se redacta, es el primero que se controla para la aceptación del proyecto, por lo que en sus procedimientos de ejecución procuraba la mayor claridad en el desglose y la manera más rápida y económica de optimizar los recursos humanos y materiales:

> No menos satisfactoriamente se halla resuelta la importante cuestión económica, utilizando el autor del proyecto la circunstancia de ser independientes los tramos de bóveda que hay que encumbrar, propone que dichos encimbrados se ejecuten en dos períodos...
> A este fin se disponen sistemas especiales de cimbras que permitan salvar las diferencias que originan los errores de construcción con el menor deterioro posible de material.
>
> (Ávalos 1882).

> El Arquitecto estima que los materiales empleados como la madera, el hierro y el zinc empleados como medios auxiliares en la ejecución de estas obras, una vez cumplido su actual destino, pueden ser aprovechados después en las obras de reconstrucción...
> Este cálculo del Arquitecto director parécele a la Sección informante algo halagüeño, porque considera que un aprovechamiento en el 50 por 100 del coste de los materiales es más que suficiente en casos como el actual
>
> (Ávalos 1889).

Por todo esto podemos decir que Casanova estableció con sus proyectos los fundamentos teóricos de sus intervenciones en un edificio tan complejo y la metodología práctica para poder recuperar los sistemas tradicionales de ejecución, por su sencillez, economía y rapidez.

LOS MEDIOS AUXILIARES; DEL PROYECTO A LA OBRA CONSTRUÍDA.

Los proyectos más importantes que tuvo que redactar fueron aquellos que afectaban a la estabilidad del edificio, los de 1882, 1884 y 1888 (que no pudo ejecutar). Para ello tuvo que idear un sistema de apeos y encimbrados.

Se define como apeo «de un edificio o parte del mismo o de alguno de sus elementos, de los cuales presumimos su incapacidad parcial o total de respuesta frente a las solicitaciones de ellos requeridas, al mecanismo adicional o sustitutivo mediante el cual son derivadas dichas solicitaciones hacia otros puntos que garantizan la continuidad funcional del sistema constituído» (Ortega 1998, 50). De esta forma el apeo no sólo debe responder de manera estable a las cargas que recibe sino también a las suyas propias, ya sea de manera provisional o permanente. Conocida la forma de descarga podremos resolver con claridad los encuentros y los puntos de descarga. Los apeos pueden ser de varios tipos: simples (en compresión, tracción o sistemas planos) o compuestos (de flexión o sistemas espaciales y mecanismos). Los encimbrados y los acodalamientos entrarían dentro de los sistemas simples de compresión según la clasificación de Ortega. Serían muchas las consideraciones para su elección, diseño, cálculo, control de ejecución, y elección y características de los materiales.

En cambio los encimbrados son unos «armazones de madera que se adaptan a la concavidad de las bóvedas» (Ger y Lóbez 1898, 249), ya sea para la ejecución de una bóveda —en obra nueva— o evitar los desplazamientos durante el proceso de apeo de un pilar —en obra de restauración—. Su forma variará en función de las dimensiones y geometría de la bóveda, aunque siempre se basará en la triangulación a partir de elementos sencillos. Cuanto mayor sea, más se asemejará a una cercha. Sin embargo, podemos reconocer en ellas una serie de elementos comunes llamados: tirante, puente, pendolón, jabalcón, par, camón y entablado. «Al proyectarse una cimbra debe tenerse presente que no es más que un medio auxiliar de construcción y por lo tanto debe disponerse con la mayor sencillez y menor número de ensamblajes y cortes posibles» (Ger y Lóbez, 1898, 252).

Este método resulta apropiado también para el caso de Fernández Casanova ya que, conocida la cimbra que hace falta para la ejecución de un deter-

minado arco, basta con imaginar el proceso contrario: dado un arco construído, recuperar la cimbra con la que se construyó. En este caso, el sistema de encimbrado es la adaptación de la armadura de madera a las condiciones estructurales del gótico.

Un correcto encimbrado tiene siempre que ir acompañado de un auténtico sistema de apeos porque si no este último pasa a trabajar como un simple andamio. En definitiva, estos sistemas denominados auxiliares son la base de un buen proyecto de restauración ya que permiten conseguir una situación de equilibrio desde la que recomponer un problema de asientos, desplome, grietas... Por lo tanto no son una medida previa a la intervención sino que constituyen en sí mismos una decisión importante en la primera fase de los trabajos de consolidación.

Desde estas consideraciones, se entiende que en plena época de la restauración monumental fuera fundamental el estudio de estas disciplinas para unos arquitectos que estaban preocupados por el estado de ruina de unos edificios que habían sido pensados para descargar racionalmente sus cargas. Son muchos los ejemplos de apeos del siglo XIX en España[10] que podemos encontrar de fachadas, bóvedas, pilares... pero será la actuación de Madrazo —por la que fue premiado— la que marque las pautas teóricas del modelo a seguir a partir de la distinción entre las partes «elástica» (activa), «rígida» (soporte del cerramiento) y «neutra» (pasiva). Una de las aportaciones fue que las cimbras no se limitaron a los nervios de la bóveda sino a todos los arcos relacionados con la bóveda, para no modificar las condiciones normales de carga de los pilares con empujes horizontales. Según el tipo de arco, el punto de descarga era diverso. El orden de ejecución del encimbrado respondía a la misma lógica constructiva, distinguiendo entre las «partes que sostienen» y las «partes sostenidas».

El mismo Fernández Casanova, siguiendo la idea de su maestro, perfeccionó este sistema de dos medias cimbras, con un sistema de de elevación y el diseño de triangulación de la celosía de la cimbra.

> Resulta de aquí, naturalmente, la originalidad y excelentes condiciones de cada uno de los nuevos sistemas de apeos que propone...
> toda vez que han pasado los ya ejecutados por duras pruebas, como el temblor de tierra de Octubre último, y la conmoción producida en gran parte de la catedral por la última descarga eléctrica [el "rayo artístico" de José Gestoso]
>
> (Ávalos 1884).

A la vista de la exposición anterior se comprende que la Academia propusiera la construcción de maquetas de los originales proyectos de apeos de Fernández Casanova a disposición de los alumnos de arquitectura que estudiaban en la biblioteca de dicha institución:

> Esta Real Academia se permite, por último, llamar la atención de V.I. acerca de la reconocida ventaja y provecho que, para instrucción de la juventud estudiosa resultaría, ordenando al arquitecto director de la restauración de esta grandiosa catedral, que construyese modelos de los especiales sistemas de carpintería que va realizando con destino a esta Academia
>
> (Ávalos 1884).

Proyecto de restauración de la nave del crucero, 30 de mayo de 1882

En este proyecto da prioridad a la disposición general de los encimbrados ante la necesidad de eliminar todas las partes dislocadas, para responder a todos los imprevistos que durante la demolición pudieran presentarse. Prefiere, en la medida de lo posible reutilizar las partes demolidas, aunque la solución pasa por reconstruir las fábricas con los materiales adecuados.

Combina los sistemas de encimbrados (que sustentan las bóvedas contrarrestando los empujes de las partes demolidas) con sistemas de apoyo (que las reciben sobre el suelo), adoptando lo que llama «sistemas de temples en sentido vertical» o bien «de resistencias preventivas»; es decir, que sin perder el encimbrado su carácter de rigidez, convierten los empujes en simples acciones verticales evitando los movimientos en sentido descendente.

Considera por separado los casos de sustentación de las bóvedas que hay que demoler y del pilar ruinoso. Respecto a las bóvedas, toma la resolución de encimbrar los arbotantes y los nervios de cada tramo aunque prescindiendo de los entrepaños —que no trabajan— siguiendo las ideas de Madrazo. Estas cimbras son recibidas por tres vigas armadas sobre las que descansa el piso de andamio, que a su vez es sustentado por un apoyo central y otros cuatro adosa-

dos a los pilares. Respecto al pilar ruinoso, lo rodea por pies derechos aislados acodalados entre sí y rematados en lo alto por una plataforma que recibe las cimbras de los diferentes nervios que confluyen en este pilar.

Proyecto de restauración de varios pilares, bóvedas y ventanages, 8 de mayo de 1884

De nuevo, en su análisis distingue entre la reconstrucción de las bóvedas y la de los pilares y:

> habiendo ya estudiado y calculado en el anterior proyecto las primeras, y comprobados y sancionados por la experiencia prácticamente sus resultados satisfactoriamente, el autor adopta resueltamente análogos sistemas de apeos para los nuevos embovedamientos...
> presenta uno [sistema de apeo] el arquitecto, como tipo general, sujeto, no obstante, a las modificaciones de detalles inherentes a cada caso particular
>
> (Ávalos 1884)

Proyecto de reconstrucción de la bóveda de la epístola y de la contigua, 8 de junio de 1888

> Tengo el honor de dar cuenta a V.E. de la feliz terminación de una de las más atrevidas obras arquitectónicas realizadas en nuestra patria en el presnte siglo. Tal es el vaciado del pilar ruinoso...
>
> (Ávalos 1888)

El informe emitido por la Academia indica las fases del proceso: colocación de los apeos, labra de los sillares necesarios para la reconstrucción a partir de plantillas, verificación de los cálculos de resistencia de la madera, talla del frente del pilar en sus cuatro caras para sustituirlo por un encadenado de hierro, para a continuación corte del corazón del pilar por caras paralelas y sustitución de forma inmediata y sucesiva por vigas de madera apoyadas sobre el anterior encadenado:

> En el supremo instante en que con ímprobo trabajo se terminaba el corte del corazón del pilar, los distintos crujidos que en toda la extensión de los encimbrados se iban produciendo me patentizaban que las presiones se iban transmitiendo con toda regularidad de las fábricas suprimidas o demolidas a las carpinterías destinadas a sustituirlas temporalmente, justificando el perfecto enlace y apropiado ajuste de todo el entramado maderaje...
> Después de un día de observación, el Arquitecto director continuó el desmonte del pilar, y el día 8 de Enero del presente año, habiendo reconocido las fundaciones del mismo, que encontró en buen estado, comenzó la reconstrucción del citado apoyo
>
> (Ávalos 1888)

Llegados a este punto, las vías de investigación que se ofrecen son tan amplias como recuperar los términos empleados en estos sistemas de apeos, recalcularlos para conocer el grado de optimización, someterlos a análisis comparados, ilustrar con dibujos las fases de las obras de ejecución tan vivamente descritas por el inspector de obra o estudiar los criterios de control de calidad de la época.

Notas

1. Vid. González-Varas (1994), que analiza los problemas estructurales de la Catedral de Sevilla; Gómez de Terreros y Jiménez (1997), que aportan nuevos datos sobre el arquitecto y las obras realizadas; Calama y Graciani (2000), que estudian los sistemas de encimbrado y apeos en la restauración monumental en España, poniendo de manifiesto las innovaciones aportadas por Fernández Casanova; y Gómez de Cózar y Gómez de Terreros (2000), que reconsideran las condiciones de cálculo de los pilares.
2. Institución Colombina en la Catedral de Sevilla (Fondo de Junta de Obras. Sección IV) y Archivo de la Fundación FIDAS en Sevilla (Fondo Espiau), donde se encuentra copia de los proyectos; Archivo General de la Administración Civil del Estado en Alcalá de Henares (sección de Educación y Ciencia), donde se mantiene toda la correspondencia oficial que generaron estas obras, tanto los proyectos como los informes emitidos por el propio arquitecto o el secretario de la Academia; y Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid (Legado Fernández Casanova), donde se conservan cartas, apuntes de clase, conferencias y discursos, publicaciones, proyectos e incluso maquetas del sistema de cimbras.
3. El gótico es el estilo nacional en Francia cuando en España resulta difícil encontrar modelos puros e incluso se dan otras arquitecturas que no encajan en ese análisis del monumento (sea la románica, mudéjar o hispanomulsumana). Por otro lado, la figura de inspector de monumentos surge en Francia desde el primer momento (recordemos que personajes relevantes como Próspero Merimee, Victor Hugo o el mismo Viollet-le-Duc, ejercieron como tales) para comprobar los efectos van-

dálicos de la Revolución, mientras que en España se instituye en 1844 ante un factor de distorsión como es la Desamortización de Mendizábal (1836), que afectó al patrimonio de las órdenes religiosas. De igual modo, la Escuela de Arquitectura existe en Francia desde 1793 cuando la Escuela de Arquitectura de Madrid no se funda hasta 1844; hasta entonces muchos arquitectos españoles se formaban en Francia, si bien es verdad que desde 1757 —por influencia del gobierno ilustrado— la Real Academia de Nobles Artes de San Fernando daba título a los arquitectos que ejercían en los ayuntamientos y edificaciones eclesiásticas, intentando disminuir el poder gremial de los maestros de obra.

4. La dinastía borbónica ostenta una monarquía absoluta que ejerce una política centralista de Estado siguiendo el modelo francés. El lucro económico derivado de la idea de enriquecer las rentas del rey y la productividad de la nación con mano de obra cualificada incrementaba asimismo el prestigio político. Con esta intención Felipe V funda las tres Academias más antiguas: la Academia Española de la Lengua (1713), la Academia de la Historia (1738) y la Junta Preparatoria (1744) que desarrollada daría lugar —ya en tiempos de Fernando VI— a la Academia de Bellas Artes. Un idioma común, una historia nacional y un arte reconocible eran las nuevas señas de identidad de un estado moderno.
5. La importancia de las fuentes no es aplicable únicamente a los contenidos históricos, sino que también esta metodología se hace imprescindible para el propio conocimiento del idioma (surge la disciplina de la filología para saber de dónde vienen las palabras) y aparece la clasificación estilística por períodos (la historia del arte que trata de lo antiguo, lo clásico y lo barroco)
6. En resumen, Adolfo Fernández Casanova (1843–1915):
   1843: Nace en Pamplona el 14 de enero
   1861: agrimensor y maestro de obras en Valladolid
   1864: delineante del arquitecto provincial en Valladolid y luego en Madrid
   1871: título de arquitecto y obtención de plaza como arquitecto municipal de Alcalá de Henares
   1873: arquitecto provincial de Valladolid
   1876: cátedra de de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid con un programa de «Estereotomía y aplicaciones de la geometría descriptiva»
   1878–1781: publicaciones sobre la Catedral de León
   1881: encargo de informar del estado de la Catedral de Sevilla
   1886: traslado a la Academia Politécnica
   1889: tras la catástrofe de 1888, dimisión de las obras de Sevilla
   1892: ingreso en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando
   1903: miembro de una comisión para elaborar un Diccionario de las Bellas Artes
   1907: encargado de la provincia de Sevilla para redacción del catálogo monumental y artístico de la Nación
   1911: catálogo de de todos los castillos de los dominios españoles
   1913: ingreso en la Real Academia de la Historia
   1915: Muere en Madrid el 11 de agosto.
7. Juan de Madrazo y Kuntzz (1829–1880) había estudiado en Francia junto con Viollet-le-Duc, y era hermano menor del Director de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. La tarea que estaba llevando a cabo en la Catedral de León fue reconocida, a título póstumo, en 1881 con la Medalla de Oro de la Exposición Nacional de Bellas Artes por el sistema que ideó para el andamiaje y encimbrado de las bóvedas (1874).
8. En León intervienen los restauradores más conocidos del momento: Matías Laviña Blasco (1859–1868), Juan de Madrazo y Kuntzz (1868-1879), Demetrio de los Ríos Serrano (1880–1892) y el conservador Juan Bautista Lázaro de Diego (1892–1901).
9. En Sevilla intervienen: Adolfo Fernández Casanova (1881–1889), Joaquín Fernández Ayarragaray (1889–1900) y Joaquín de la Concha Alcalde (1901–1918).
10. Otras intervenciones contemporáneas, explicadas por Calama y Graciani (2000):
    1879. Demetrio de los Ríos en la Catedral de León (ábside)
    1885. Enrique Mª Repullés para San Vicente de Ávila (naves)
    1888–1889. Demetrio de los Ríos en la Catedral de León (fachada)
    1888–1889. Lampérez y Romea en la Catedral de Cuenca (crucero, fachada)

LISTA DE REFERENCIAS

Abásolo, Andrés. 1996. *Apeos y grietas en la edificación.* Madrid: Munilla-Lería.

Bonet Correa, Antonio. et al. 1998. *La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y su museo*. Madrid: Fund. Airtel Móvil.

Calama, José María y Amparo Graciani. 1998. *La Restauración decimonónica en España.* Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Calama, José Maríay Amparo Graciani. 2000. Sistemas de encimbrado y apeos en la Restauración Monumental española durante el siglo XIX. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 1: 153–164. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Espasandín López, Jesús. 2002. *Manual para el diseño, cálculo y construcción de Apeos y refuerzos alternativos.* Madrid: Munilla-Lería.

Ger y Lóbez, Florencio. 1898. *Tratado de la construcción civil.* Vid. *Capítulo X. Conservación, reforma y demolición de edificios, Artículo II Del apeo para demoliciones o reconstrucciones.* Badajoz.

Gómez de Cózar, Juan Carlos y Pedro Gómez de Terreros. 2000. El Proyecto de Varios Pilares, Bóvedas y Ventanages de la Catedral de Sevilla de Adolfo Fernández Casanova de 1884. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 1: 389–396. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gómez de Terreros, Mª del Valle y Alfonso Jiménez Martín. 1999. *El espíritu de las antiguas fábricas. Escritos de Adolfo Fernández Casanova sobre la Catedral de Sevilla (1888–1901).*Sevilla: FIDAS.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. 1994. *La Catedral de Sevilla (1881–1900). El debate sobre la restauración monumental XIX.* Sevilla.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. 1996. *Restauración monumental en España durante el siglo XIX.* Vid. Capítulo IV, *3. La Restauración de la Catedral de Sevilla. La transgresión de la lógica gótica en un "edificio de decadente época".* Valladolid: Ámbito Ediciones S.A.

Jiménez Martín, Alfonso e I. Pérez Peñaranda. 1997. *Cartografía de la montaña hueca: notas sobre los planos históricos de la Catedral de Sevilla.* Sevilla: Cabildo Metropolitano.

Ortega Andrade, Francisco. 1998. Técnicas de apeo. *Rev. Aparejadores, 50–53.* Sevilla.

Bóvedas de madera

Luis de Villanueva Domínguez

Las bóvedas y cúpulas de carpintería de madera fueron frecuentes en España, a partir del siglo XVII, como un sistema para abaratar las bóvedas tradicionales de fábrica de piedra o de ladrillo. Parece que la primera cúpula construida de esta forma fue la de la capilla del Colegio Imperial, hoy iglesia de San Isidro, en Madrid, construida entre 1622 a 1685 (Bonet Correa 1984).

La bibliografía sobre bóvedas encamonadas es muy escasa. Sólo se ha encontrado la referencia de Fray Lorenzo de San Nicolás (1639 [1989]) en sus conocidos y muy utilizados libros de arquitectura, escritos a partir de 1639. En el presente trabajo, esta falta de datos se compensa con la investigación directa sobre la bóveda encamonada de la iglesia parroquial de Torija (Guadalajara) (Villanueva 2002). Con ambas fuentes se hace una descripción del sistema constructivo. También se analiza el sistema constructivo de los camones, probable origen de estas bóvedas.

En paralelo con lo anterior y para completar la tipología sobre bóvedas y cúpulas de madera, se analiza otro sistema constructivo desarrollado a partir de los trabajos de Philibert de L'Orme (1561) que escribió varios libros sobre la construcción de bóvedas y cúpulas con pequeñas piezas de madera. Este método fue utilizado en Europa y también en América, donde existe el notable ejemplo de la iglesia de la Compañía de Jesús de Córdoba (Argentina) (Pollastri 2002; Page 2002), que se construyó por el hermano Lemaire, y que también se incluye en el trabajo.

Las bóvedas y cúpulas de carpintería de madera fueron frecuentes en España, a partir del siglo XVII, como un sistema para abaratar las bóvedas tradicionales de fábrica de piedra o de ladrillo. Como después se indica parece que la primera cúpula construida de esta forma fue la de la capilla del Colegio Imperial, de la Compañía de Jesús hoy iglesia de San Isidro, en Madrid, iglesia comenzada en 1622 y terminada en 1685 (Bonet Correa 1984).

Se han consultado muchos tratados de arquitectura y de construcción desde el renacimiento hasta nuestros días con pocos resultados. El tema de las bóvedas encamonadas parece como algo conocido por todos los autores, que se da por sabido y no merece la pena describir o detallar con dibujos. Hay también quizá un cierto reconocimiento, más o menos encubierto, de la pobreza material del sistema, que trata de imitar una sillería de piedra, que ya no se puede construir, como un siglo antes en El Escorial. Un cierto reparo en exhibir la decadencia económica del XVII, manifestada constructivamente en soluciones en que se imita y sustituye la piedra por modestos materiales. Es el caso de los revocos que encubren fábricas de tierra o de ladrillo, o el caso de las bóvedas que nos ocupa.

Sin embargo aparecen dos caminos, dos modos de hacer, dos procedimientos para construir bóvedas de carpintería, que aunque sea resumidamente, se va a tratar de exponer, dada la ya comentada falta de bibliografía sobre el tema. En primer lugar se estudian las bóvedas encamonadas de tradición española, para

a continuación analizar las bóvedas y cúpulas construidas con pequeñas piezas de madera, realizadas a partir de los escritos de Philibert de L'Orme.

BÓVEDAS Y CÚPULAS ENCAMONADAS

Textos de Fray Lorenzo de San Nicolás

Este procedimiento que podríamos llamar español, está descrito por Fray Lorenzo de San Nicolás en sus conocidos y muy utilizados libros de arquitectura, escritos a partir de 1639. Según cuenta en el capítulo cincuenta y uno de su segundo libro, la primera cúpula realizada por este sistema fue la iglesia del Colegio Imperial de Madrid (colegio de los jesuitas, cuya iglesia pasó a ser después catedral, y hoy iglesia de san Isidro), construida por el Padre Francisco Bautista de la Compañía de Jesús. Textualmente dice: «en su gran fabrica de su Iglesia, que por los malos materiales de esta Corte, fue necesario echarla de madera. Yo hize la segunda en mi Convento de Agustinos Descalzos, en esta Villa de Madrid, en la capilla del Desamparo de Christo; la tercera hize en Talauera en la Hermita de Nuestra Señora del Prado, con el resto de su capilla mayor; y la quarta que traçé, se executó en Salamanca» (San Nicolás 1663 [1989]). Como se puede observar, toda una información de primera mano sobre las bóvedas encamonadas, en la segunda mitad del XVII.

En el capítulo cincuenta y dos de su primer libro, al tratar de los cañones seguidos ,entre los diferentes modos de realizar una bóveda rebajada, se indica textualmente: «Demas de lo dicho se puede ofrecer en algun salon hazer alguna bobeda rebaxada, y esta vnas vezes se haze encamonada , haciendo camones de madera, que son vnos pedaços de viguetas, ò tablones, y fixanse en el asiento de la bobeda, y rematan en un tercio de su lado, y de vnos a otros se tabican, y queda la bobeda con menos peso; y por el exemplo precedente lo entendeàs mejor, aunque no es la misma traça. Supongo, que en el hueco .A.B. quieres hazer la bobeda rebaxada A.C.B. y que es su suelo de madera. M.N. claua en el suelo de parte a parte dos ristreles con buenos clauos, en el lugar que demuestra .S.T. despues a cada madero echas las çancas, ò tornapuntas .P.Q.L.V. y desde el asiento de la bobeda .A.B. vete tabicando de sencillo hasta los ristreles, y lo que ay de vno a otro ristrel entre madero y madero, passaràs el tabicado de bobeda, y lo demas del suelo bien entomiçado, jaharraràs según queda dicho en el cap. 50. Y quedarà como el deseño lo demuestra» (San Nicolás 1639 [1989]).

Como se advierte, hasta aquí se describe un sistema de bóveda tabicada, construida con la ayuda de una estructura de madera clavada a un supuesto suelo también de madera y con tornapuntas que enlazan la base de asiento con el techo. Hay una lámina, que ayuda a comprender esta explicación (fig. 1).

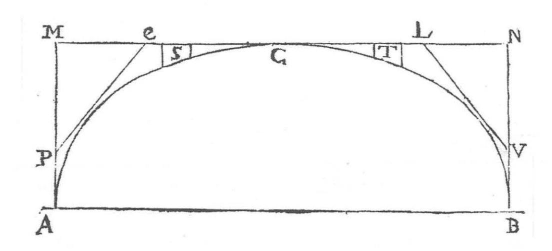


Figura 1
Dibujo del tratado de Fray Lorenzo de S.Nicolás, para facilitar la descripción del trazado de una bóveda rebajada

Después de indicar que ha hecho una bóveda similar de 40 pies de largo por 18 de ancho, pasa a describir la forma de construir una bóveda encamonada de diseño similar, diciendo escuetamente: «Si fuera encamonada, sentaràs los camones en el lugar que están las çancas, o tornapuntas, con la parte de buelta que les toca» (San Nicolás 1639 [1989]). Una vez más se da por sabido el sistema constructivo de las bóvedas encamonadas y no se desciende a un detalle que parece superfluo. En el mismo libro y poco después, también aparece una sección longitudinal de un templo, en la que las bóvedas por su poco espesor, pueden ser encamonadas.

En su segundo libro, o mejor en la segunda parte de su tratado, en su capítulo cincuenta y uno, se describe minuciosamente con ayuda de una lámina primorosamente dibujada (fig. 2), la construcción de una cúpula encamonada. El sistema constructivo se detalla con la seguridad y maestría de quien ha realizado muchas, tratando de ayudar al arquitecto y constructor con los detalles prácticos más significativos. La lámina ha sido muy reproducida, por el inte-

rés que entraña de ser la única representación gráfica de este sistema.

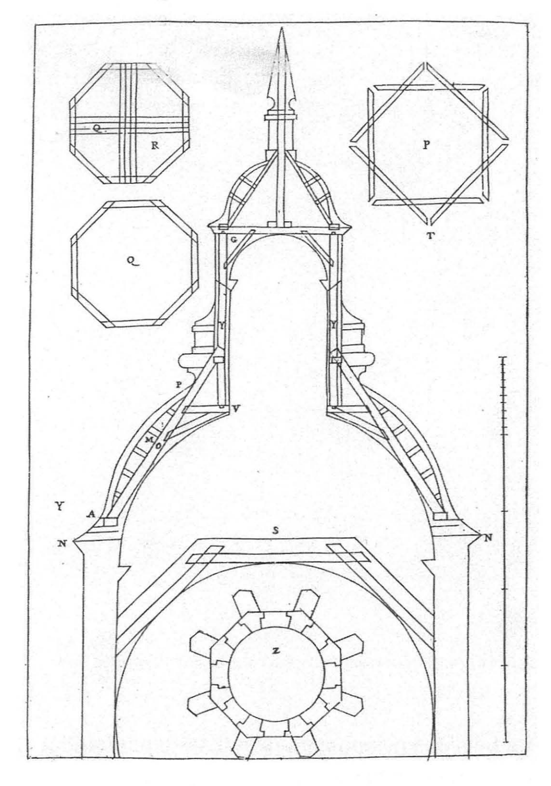


Figura 2
Lámina tomada de la segunda parte del tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás, mostrando la construcción de una cúpula encamonada

No se insiste en la descripción de Fray Lorenzo ya que la cúpula presenta una complejidad estructural superior a la de una simple bóveda, y se deja al interesado en estos temas que analice directamente el texto.

De los datos de Fray Lorenzo se desprende que el sistema encamonado consiste en realizar una especie de armazón de madera, que resulta ser como un negativo del tinglado de camones necesario para el cimbrado de una estructura de piedra, de tal modo que el tablazón de madera queda al exterior para ser recubierto con yeso. Así lo indica cuando dice: «el gruesso de paredes, y cornisa, y todo lo que es de madera, se ha de encubrir con yesso, y chapado de ladrillo en seco, sin que la cal pueda llegar a la madera, porque no la pudra» (San Nicolás 1663 [1989]).

Sigue dando por muy conocido el procedimiento y tampoco detalla la forma de forrar con pasta o mortero la armazón de madera. El chapado de ladrillo en seco, para evitar que la cal llegue a la madera, puede suponerse que se trata de alguna parte del revestimiento exterior, chapado en ladrillo y revocado con cal, mientras que el yeso se sitúa en el guarnecido interior. Pero no está suficientemente claro.

Los camones como posible origen de la bóveda encamonada

Para ilustrar el supuesto, antes indicado, de la posible influencia de los camones de madera en todo este sistema de bóvedas encamonadas, se acompañan unas láminas mostrando dibujos de camones tomados de apuntes relativamente recientes de las Escuelas Técnica Superior de Arquitectura y Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad Politécnica de Madrid (Cámara) (Avendaño). En ellos se recoge la tradición constructiva de estos apeos de madera ajustados a una directriz curva para sustentar un arco o una bóveda de fábrica de piedra o de ladrillo, durante su construcción (figs. 3 y 4).

A mi juicio, la habilidad del carpintero para ajustarse con camones a la forma de la bóveda es el origen de las bóvedas encamonadas, que no hacen sino invertir la forma constructiva (pasar de un negativo a un positivo) y utilizar como definitiva lo que hasta entonces sólo era una construcción provisional. Por otra parte, la utilización de guarnecidos de yeso sobre los camones era una práctica habitual cuando el trazado de la bóveda se complicaba. A este respecto citamos textualmente los apuntes de construcción de Aparici-Soriano del curso 1885–86 de la Escuela de Arquitectura de Madrid : «Cuando hay que hacer trazados, se hace un guarnecido de yeso sobre los listones y se indican sobre él las lineas necesarias» (Aparici-Soriano 1885).

CIMBRAS DE MADERA XVII-3

Figura 3
Lámina tomada de los apuntes de Antonio Cámara sobre la construcción en madera, mostrando cimbras y camones

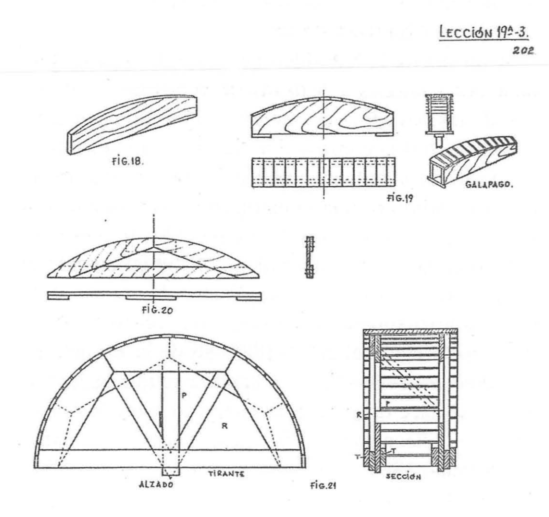


Figura 4
Lámina tomada de los apuntes de construcción de Ramiro Avendaño mostrando apeos, galápagos y camones

La bóveda encamonada de la iglesia parroquial de Torija (Guadalajara)

Para compensar la falta de datos bibliográficos sobre bóvedas encamonadas y como aportación personal al tema se recoge a continuación los datos obtenidos en la bóveda de la iglesia parroquial de Torija (Guadalajara) con motivo de un informe que realicé sobre un desprendimiento parcial de una bóveda de este tipo (Villanueva 2002).

La iglesia de Torija no está muy referenciada en la bibliografía general sobre arquitectura religiosa de España. Así no figura en los tratados más comunes como Lamperez, Street, Schubert, Quadrado, Chueca... Sin embargo se han encontrado noticias de la misma en guías especializadas de monumentos en España y en Castilla-La Mancha. Así en Tesoros artísticos de España textualmente se dice: «La Iglesia Parroquial, que fue levantada en el primer tercio del siglo XVI, ofrece un interior gótico de pilares y bó-

vedas de crucería, con la excepción del arco de la capilla mayor que se halla recubierto de decoración plateresca» (Selecciones 1972). Y en la Guía de Castilla-La Mancha se dice «A ella (se refiere a la plaza) da el ábside de la iglesia. Esta es renacentista del siglo XVI y restaurada en el XVIII, de tres naves en las que destaca el arco triunfal, tallado en piedra con decoración plateresca, grutescos y vegetal. Son también interesantes los escudos policromados que decoran los muros del crucero y los enterramientos de los primeros condes de Coruña y vizcondes de Torija (de la familia de los Mendoza) en el presbiterio. En el costado norte del templo la capilla fundada por don Bernardino Mendoza, de principios del XVII. A poniente, la torre de planta cuadrada» (Castilla-La Mancha 1990).

Por las visitas efectuadas al lugar se estima que la cabecera de la iglesia, sin duda su mayor valor artístico, es de trazado gótico final, con bóvedas de crucería en piedra, y está separada de la nave mayor por un arco plateresco tallado en piedra, que se ajustan muy bien a las descripciones anteriores y a la fecha indicada de principios del XVI. Sin embargo las cubiertas del resto de las naves no tienen nada de góticas. Su intradós tiene una decoración renacentista o del primer barroco, marcando fajas e impostas. La nave mayor está dotada de una bóveda de cañón muy rebajada, con lunetos, correspondientes a los huecos altos de sus ventanas, y arcos fajones separando los tramos. En total tiene cuatro tramos. El primero desde los pies está cubierto por un coro, luego hay dos iguales y el último junto a la cabecera tiene un extraño trazado de bóveda para acoplarse al arco triunfal plateresco antes descrito. Desde la naves se observa que la bóveda tiene un diseño muy forzado, para ajustarse a elementos preexistentes y muy bien puede corresponder con la modificación realizada en el XVIII, que recoge las notas anteriormente aportadas. Se acompaña un croquis en planta (fig. 5) con la disposición general de la iglesia.

Visitando el camaranchón existente entre las bóvedas de la nave mayor y la cubierta, se aprecia que dichas bóvedas son *encamonadas,* sistema constructivo en madera y yeso que se utilizó bastante en España, a partir del XVII. Todo el conjunto de las bóvedas está colgado de dobles vigas de madera dispuestas regularmente a lo largo de la nave, coincidiendo con los fajones de separación de tramos y con sus puntos intermedios. Parece que dichas vigas, en realidad son

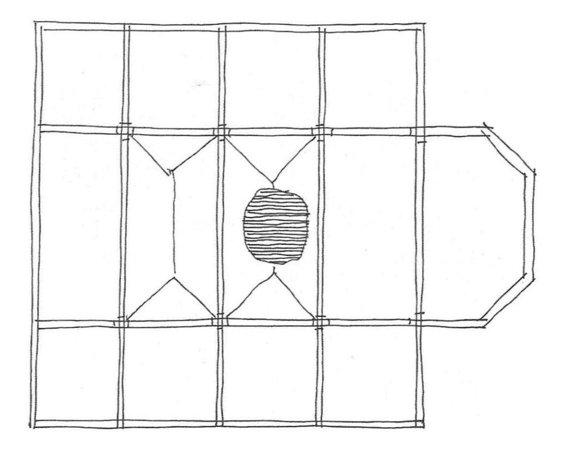
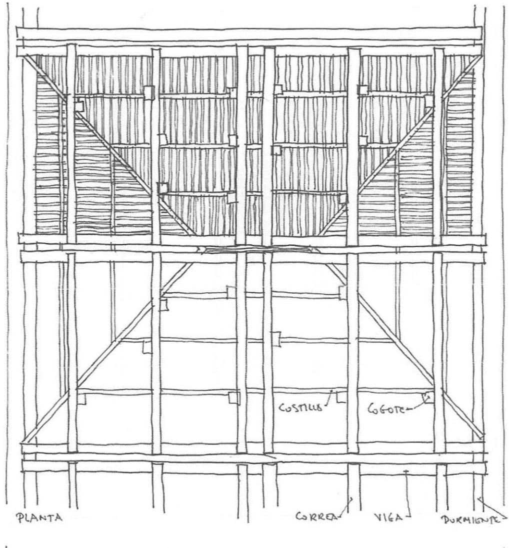


Figura 5
Esquema en planta de la iglesia de Torija, indicando la zona afectada por el desprendimiento

los dobles tirantes de una desaparecida artesa de madera, que podía haber constituido la cubierta primitiva de la nave mayor, en el XVI. La combinación de cabecera gótica y nave con artesa es frecuente en dicho período. Por algún problema o deterioro, la artesa sería sustituida en el XVIII. El aprovechamiento de los tirantes como vigas superiores del encamonado, explica la falta de altura de la bóveda.

Las bóvedas de carpintería son una solución para abaratar los costes de la sillería, del mismo modo que las bóvedas tabicadas. En particular, las bóvedas encamonadas, como las de esta nave mayor, constituyen una ingeniosa aportación de los carpinteros para la resolución económica de uno de los más importantes problemas constructivos de la época, como era la cubrición de los templos. La bóveda encamonada de la nave mayor está construida sobre cuatro órdenes sucesivos de elementos sustentantes, como se describe a continuación. Se adjunta un croquis en planta y sección de esta bóveda encamonada, en los tramos segundo y tercero, que corresponde a la zona afectada por el desprendimiento, para facilitar la descripción de su solución constructiva (fig. 6).

Un primer orden lo constituyen las dobles vigas de madera, que atraviesan la nave de lado a lado, apoyándose en los muros laterales a través de durmientes de madera. Sobre estas vigas se apoya transversalmente un segundo orden sustentante, formado por



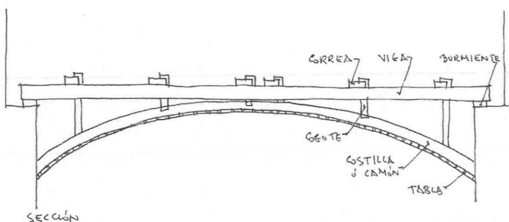


Figura 6
Croquis en planta y sección de los tramos centrales, segundo y tercero, de la bóveda encamonada de la nave mayor de la iglesia parroquial de Torija (Guadalajara)

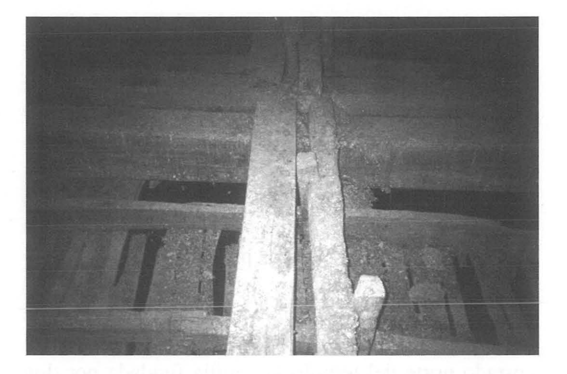


Figura 7
Vista de la bóveda encamonada de la iglesia de Torija (Guadalajara) desde en intradós. Se pueden apreciar la dobles correa central, apoyadas sobre las vigas y recibiendo los camones con ayuda de cogotes, así como la tablazón, clavada sobre los camones

seis correas longitudinales, en el sentido de la nave. En el centro hay dos correas juntas y a cada lado otras dos separadas de modo equidistante (fig. 7). De las correas cuelga un tercer orden, formado por costillas o camones de madera aplantillada con la forma de la bóveda en su cara inferior. Las costillas tienen dirección transversal con respecto a la nave. Van colgadas de las correas a través de unos cogotes de madera, que se apoyan en las correas mediante un sencillo empalme por muesca, asegurado con clavos. Las costillas van clavadas a los cogotes. Por último, el cuarto orden lo conforma una serie de tablas clavadas desde abajo sobre las costillas o camones, antes descritos. Las tablas están separadas unas de otras, dejando unas ranuras para facilitar la penetración de la pasta de yeso del guarnecido. Las tablas van entomizadas con cordeles para mejorar la adherencia del yeso. Sobre el encamonado así construido y desde el intradós se guarnece la bóveda con pasta de yeso grueso. Del mismo modo se hacen los abultados de impostas, nervaduras y molduras, que en algunos puntos alcanzan espesores de unos 15 a 20 cm. También hay motivos ornamentales, como florones, adheridos por el intradós.

Durante la primera visita efectuada, se tomaron muestras de trozos desprendidos correspondientes a

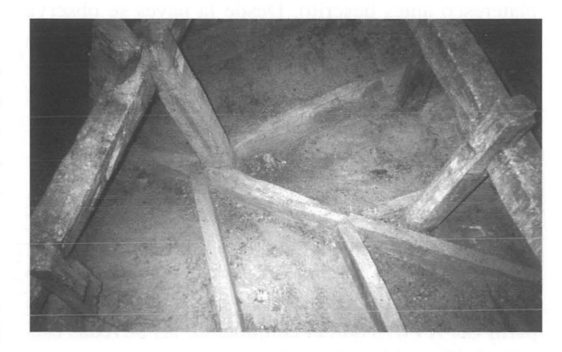


Figura 8
Vista de la bóveda encamonada de la iglesia de Torija (Guadalajara) desde el intradós. Se puede apreciar la formación de un luneto

las molduras y los florones. Analizados cualitativamente en laboratorio resulta que las molduras son de un mortero de yeso, cal y arena, mientras que los florones son de pasta de yeso y cal.

La bóveda de la nave mayor tiene lunetos en la zona de los huecos, realizados también con costillas de madera colgadas de las correas (fig. 8). Las claves de cada dos lunetos enfrentados se unen entre sí con otra tabla, cuya posición coincide justo debajo de la separación entre tirantes. Estas tablas se apoyan sólo en las claves de los lunetos y no están colgadas de las correas, seguramente por el pequeño espacio disponible para situar cogotes.

Bóvedas y cúpulas de madera por el sistema de Philibert de L'Orme

El francés Philibert de L'Orme desde 1561 escribió varios libros sobre nuevas invenciones para construir bien y barato, utilizando pequeñas piezas de madera hábilmente ensambladas, en la construcción de bóvedas y cúpulas. Las piezas quedan ocultas por tablas que se guarnecen exteriormente con yeso. En esto son muy similares a las encamonadas. Pero las piezas de madera ensambladas constituyen unas costillas, trabajando fundamentalmente a compresión, dispuestas en dos direcciones transversales, en el sentido de los fajones y de sus perpendiculares, en el caso de cañones y en el sentido de paralelos y meridianos, en el caso de cúpulas. Se podría decir que es una traducción en madera de formas de sillería de piedra. A continuación se reproducen unas cuantas láminas (figs. 9 a 13) significativas del tratado de L'Orme, en las que pueden apreciarse las características constructivas de su sistema para realizar en madera bóvedas y cúpulas

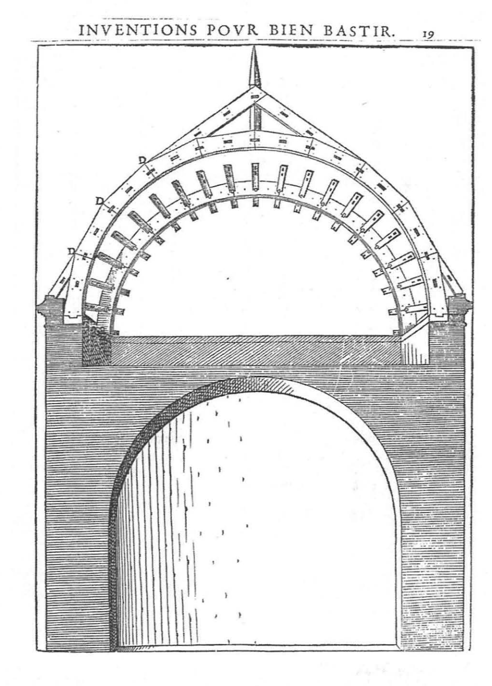


Figura 10
Lámina de Ph. de L'Orme, mostrando su sistema para una bóveda de cañón sobre la que apoya la cubierta

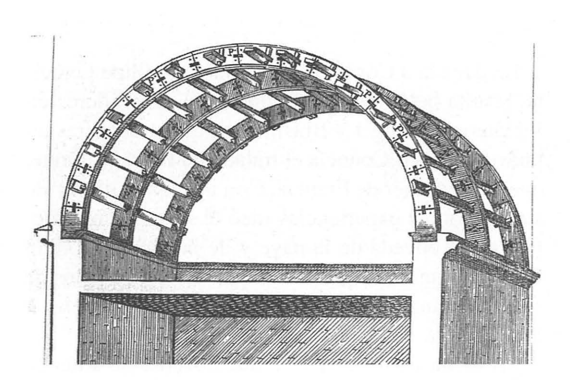


Figura 9
Lámina de Ph. de L'Orme con su sistema para construir bóvedas de madera

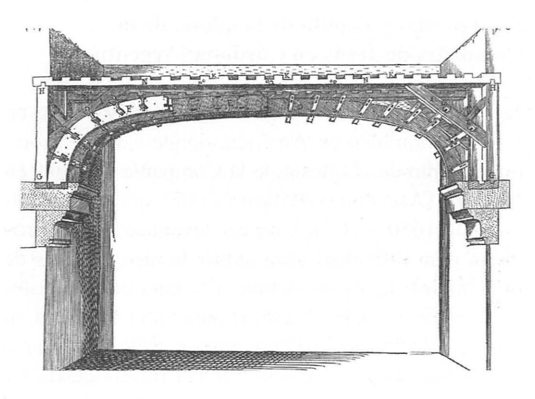


Figura 11
Lámina de Ph. de L'Orme, con su sistema para una bóveda rebajada

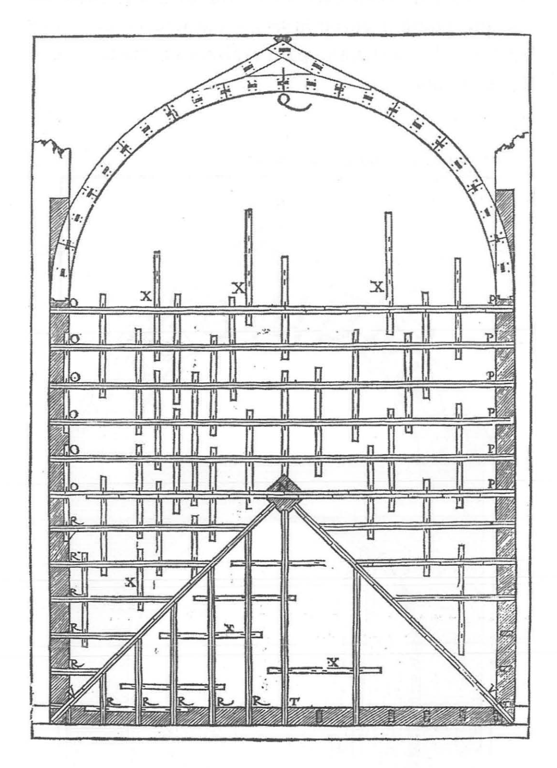


Figura 12
Lámina de Ph. de L'Orme para una bóveda de cañón terminada en rincón de claustro. En planta y sección

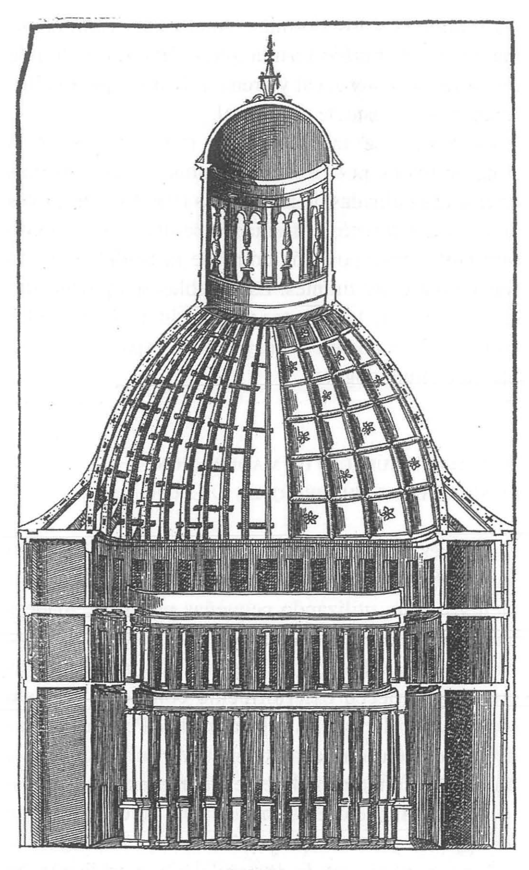
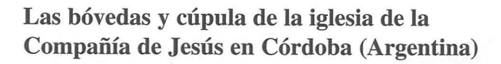


Figura 13
Lámina de Ph. de L'Orme mostrando su sistema para una cúpula



Las bóvedas y cúpula de la iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba (Argentina)

El método constructivo de L'Orme fue utilizado en Europa y también en América, donde existe el notable ejemplo de la iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba (Argentina) (Pollastri 2002), que se construyó entre 1650 y 1674. Una vez levantados los muros había gran dificultad para cubrir la nave de más de diez metros de ancho, debido a la falta de materiales en la zona. No había canteros para tallar la piedra, ni se disponía de ladrillos en la región. Sólo se disponía de madera de cedro traída por vía fluvial desde las vecinas misiones del Paraguay. Eran troncos muy fuerte de unos 5 o 6 metros, que resultaban de corto tamaño, para hacer un techo plano.

La llegada a Córdoba del hermano Phillipe Lemaire, jesuita belga que había trabajado en astilleros en Inglaterra, Portugal y Brasil, imprimió a las obras un nuevo carácter. Conocía el tratado de Ph. de L'Orme, que lo hizo traer de Francia. Con ayuda del libro y de sus anteriores experiencias ideó el sistema constructivo de la bóveda de la nave y de la cúpula sobre el crucero (Page 2002). Se acompañan dos grabados de esta construcción en los que puede apreciarse el sistema. (Pollastri 2002).

La fecha del arranque de las bóvedas se sitúa en 1667, conocemos su autoría por una nota necrológica sobre el hermano Lamaire escrita en las Cartas Aunas de 1671, se manifiesta categóricamente que «fue

quien construyó el techo, bóveda y media naranja de esta iglesia de la Compañía» (Page 2002). La bóveda (fig. 14), que salva una luz de 10,75 m, está conformada por una sucesión de arcos perpiaños, a modo de cuadernas de un navío, a poca distancia uno de otro, formados por tablas de segmento de arco que unidas constituyen el medio punto. Otras tablas de menor sección colocadas transversalmente a dichos arcos los atraviesan y unen con empalmes mediante clavijas, dando consistencia al conjunto y permitiendo el cierre total del intradós con tablas ligeras que dan la forma definitiva al cañón. La cúpula (fig. 15), con un diámetro de 10,30 m, se realizó con un sistema parecido. Sobre cuatro arcos torales de medio punto, se apoyó una base poligonal de madera de la que arrancan treinta nervaturas según los meridianos que van hasta un circulo central superior. Perpendicularmente e ellos y atándolos discurren ocho paralelos, que traban el conjunto. Toda la armazón de la bóveda y de la cúpula está mecánicamente sujeta y equilibrada con tres mil clavijas de madera, menos las lajas de tabla de cedro, que están clavados a los listones con clavos de hierro forjado

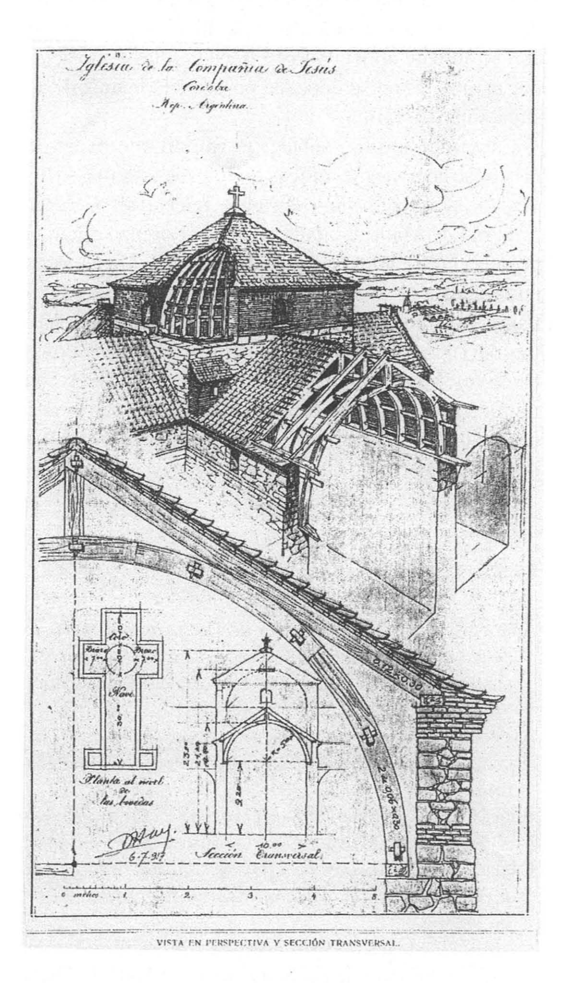


Figura 14
Lámina mostrando el sistema constructivo de la iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba (Argentina)

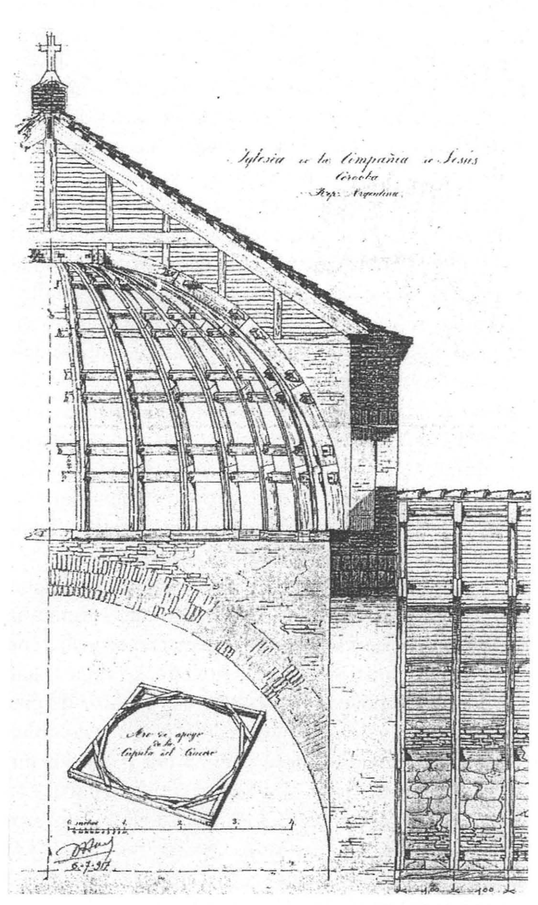


Figura 15
Lámina mostrando el sistema constructivo de la bóveda de la iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba (Argentina)

En el mismo conjunto jesuítico y próximo a la iglesia existe la capilla doméstica, denominada así por ser de uso reservado a la comunidad, que también cuenta con una bóveda de las mismas características, aunque de menor dimensión (Kronfuss 1999). Su fecha de construcción es inmediatamente anterior a la de la iglesia y muchos suponen que al tratarse de una bóveda de menores dimensiones supuso un ensayo para la construcción de esta.

Conclusión

Los dos sistemas de construir bóvedas con madera estudiados, aunque implican una experimentada técnica de carpintería, son tanto conceptualmente como en su realización muy diferentes. En el caso de las bóvedas y cúpulas encamonadas, se trata claramente de carpintería de armar, que va a ser recubierta con yeso. Es una trasposición en madera de las bóvedas tabicadas de ladrillo, que también exigían un guarnecido posterior de yeso con la correspondiente decoración exterior. Probablemente también necesitarían una cimbra para la construcción de las bóvedas de ladrillo, a no ser que la pericia del albañil y el empleo de juntas de yeso, de fraguado rápido, permitiera tabicar al aire. En todo caso las roscas de ladrillo empleadas en los arcos formeros o torales si debían necesitar cimbras. Se trata por tanto de utilizar una técnica conocida de carpintería de armar, empleada en cimbras provisionales, para invirtiendo el orden realizar una especie de negativo permanente que se reviste de yeso, con un procedimiento similar al empleado en las bóvedas de ladrillo.

El sistema de L'Orme, es una carpintería estructural pero terminada con el esmero de una carpintería de taller, ya que va a quedar directamente vista, con sólo una decoración pintada. Los arcos fajones, que organizan las bóvedas, se conforman a partir de piezas pequeñas y de secciones reducidas y se engatillan con las correas trabándose entre sí por medio de enlaces muy elaborados. De modo similar ocurre con los meridianos y paralelos de las cúpulas. En resumen, un sistema ingenioso de carpintería con la ventaja de salvar importantes luces mediante el empleo de secciones pequeñas de madera.

Ambos procedimientos constructivos analizados tienen en común la particularidad de utilizar un material como la madera en un empleo característico de la piedra, como son las bóvedas y cúpulas. La necesidad de recurrir a materiales más baratos, cuando se fue encareciendo la cantería y los recurso económicos disminuían obligó en España a sustituir la piedra, primero por ladrillo y después por madera en estas construcciones, tan características de las iglesias barrocas. El sistema de L'Orme también sustituye la cantería por carpintería en la construcción de bóvedas y cúpulas, buscando su economía y su menor peso. Tiene además en interés, ya comentado, de utilizas piezas pequeñas. En el caso analizado de la iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba, fue hábilmente empleado para resolver un grave problema de falta de otros materiales, que hizo posible contar con un remate abovedado en línea con las realizaciones habituales en su época, a pesar de la lejanía de su situación geográfica.

Cabe, por último, señalar el importante papel de las construcciones jesuíticas en los dos sistemas estudiados. En efecto, tanto en el la iglesia del Colegio Imperial de Madrid, citada por Fray Lorenzo como la primera cubrición encamonada que se realizó, como en la iglesia de la universidad de Córdoba, interesantísima aplicación por el Hermano Lemaire del sistema de L'Orme, los jesuitas utilizan sistemas constructivos pioneros en su tiempo, para resolver con dignidad los problemas planteados por la carencia o carestía de la piedra en los abovedamientos y cúpulas de las iglesias barrocas.

Lista de referencias

Aparici-Soriano. 1885. *Apuntes de Construcción, tomados en clase por A. Albiñana y Chicote. Curso 1885–86.* Manuscrito existente en la E.T.S.A.M., en el legajo Aparici-Soriano

Avendaño Paisan, R. s. f. *Apuntes de Construcción II.* Escuela de Arq. Técnica. Universidad Politécnica de Madrid.

Bonet Correa, Antonio. 1984. *Iglesias madrileñas del siglo XVII.* 31 y ss. Madrid: C.S.I.C., Inst. Diego Velazquez.

Cámara, A. s. f. *Apuntes de Construcción III: Primera parte. Construcción en madera.* Madrid: E.T.S.Arquitectura de Madrid.

Castilla-La Mancha. 1990. *Guía de Castilla-La Mancha.* Toledo: Servicio de publicaciones de la Junta de Comunidades.

Kronfuss, J. 1998 *Iglesia de los jesuitas de Córdoba.* Ed. Nuevo Siglo.

L'Orme, F. de. 1561. *Nouvvelles inventions povr bien bastir et a petits fraiz, trovvees n'agueres.* Paris.

Page, Carlos. 2002. El camino de las Estancias. *Comisión del Proyecto. Las Estancias Jesuíticas de Córdoba y la Manzana de la Compañía de Jesús.* 3ª ed. Córdoba.

Pollastri, M. S. 2002 *Análisis y estudio de cúpulas en la arquitectura americana del territorio colonial y sus implicancias en el Río de la Plata.* Trabajo académico inédito para el Seminario Proyecto Fomec sobre Historia de las Técnicas Edificatorias en Arquitectura, dirigido por el prof. L. de Villanueva. Rosario

San Nicolás, Fr. Laurencio. 1639 [1989]. *Arte y uso de Achitectura.* Ed. Facs. Albatros Ediciones.

San Nicolás, Fray Laurencio. 1663 [1989]. *Segunda parte de Arte y uso de Architectura.* Ed. Facs. Albatros Ediciones.

Tesoros. 1972. Torija. En *Tesoros artísticos de España,* 643. Madrid: Selecciones del Reader's Digest.

Villanueva, L.de. 2002. *Informe sobre el desprendimiento parcial de bóveda de la iglesia de Torija (Guadalajara).* Madrid. Inédito.

La construcción medieval y renacentista en las puertas del conjunto amurallado de Moya (Cuenca). Materiales históricos y técnicas constructivas

Luis de Villanueva
Susana Mora
David Sanz

El Conjunto histórico de Moya (Cuenca) es un testimonio de extraordinario valor histórico, constructivo y urbanístico. Comprende una doble muralla, con siete puertas, castillo alcázar, iglesia, ayuntamiento, plaza mayor, y un convento. En el presente trabajo se propone una datación de las puertas, mediante una cronología constructiva basada en el estudio comparado de materiales, técnicas constructivas, datos arqueológicos e históricos. El trabajo se ha realizado con un enfoque pluridisciplinar por un equipo de arquitectos y científicos.

Historia y Arqueología

En las campañas arqueológicas (Chavarri 1999) llevadas a cabo en Moya se han hallado restos de un poblamiento de la Edad del Bronce Medio, continuando en la Edad del Hierro. También se encontraron restos de cerámicas bajomedievales cristianas y monedas fechadas en los siglos XIII, XIV y XV. Los datos escritos más antiguos nos informan de un ocupación musulmana hasta finales del siglo XII, cuando se produce la reconquista, por Alfonso VIII en 1183 (Chavarri 1999). Durante el siglo XIII Moya tiene un papel fronterizo entre los reinos cristianos de Aragón y Castilla y los musulmanes de Valencia, Utiel y Requena. Esta posición estratégica fuerza una repoblación otorgada por la Orden de Santiago concediendo a sus habitantes privilegios fiscales y cierta independencia política. Durante esta época se fecha una reconstrucción de las murallas. Con el avance de la Reconquista los reyes cristianos van reduciendo el grado de independencia de los Señoríos fronterizos e intentan incorporarlos al patrimonio de las Coronas. Doña María de Molina en 1318 ordena el paso de Moya al Reino de Castilla. Durante gran parte del siglo XIV Moya pertenece a la corona de Castilla hasta que en 1375 Enrique II inicia una lista de cesiones de la titularidad de Moya a distintos nobles que fueron muy mal acogidas por parte de los moyanos. Ya en el siglo XV Enrique IV dona el Señorío de Moya a Don Andrés de Cabrera, con gran oposición popular, siendo necesarios varios sitíos para tomar la plaza, apoderándose de ella en 1473, Don Juan Fernández de Heredia.

En 1475 Don Andrés Cabrera y su esposa Doña Beatriz de Bobadilla son confirmados como legítimos Señores de Moya y en 1480 son declarados Marqueses de Moya por los Reyes Católicos tras su apoyo en la sucesión de Isabel en la corona castellana. Tras el fallecimiento de Andrés de Cabrera y Beatriz de Bobadilla hereda el Marquesado su hijo Juan de Cabrera en 1511 le sucede su hija casada con Don Diego López Pacheco que ordena la construcción de un convento para monjas adscrito a la Orden de San Francisco. Entre los siglos XVI y XIX se construye el Convento de las Monjas Franciscanas y la iglesia de Santa María la Mayor. Moya sufre el asalto de tropas francesas durante la Guerra de la Independencia y también sufre el asedio de los Carlistas en las Guerras Civiles del XIX. Isabel II vuelve a fortificar

la plaza. Durante el Siglo XX la villa de Moya sufre un declive que acaba con la despoblación y el abandono.

Descripción general del conjunto

Moya está situada en un promontorio rocoso, en las últimas estribaciones del sistema ibérico con una altitud de 1.100 m, rodeado de amplios valles y dominando antiguas zonas de paso. Esto le confirió un gran valor estratégico, con difícil acceso. En el conjunto se aprecia un eje Norte-Sur, formado por dos calles paralelas que parten del castillo, y algunas perpendiculares más cortas, en dirección Este-Oeste. La plaza Mayor, se sitúa en el centro. La mayoría de las Puertas se abren en el lienzo Este de la muralla. Algunas en el paño exterior hacia la coracha.

En el trazado de las Puertas predomina el arco de medio punto, hacia el exterior; y el rebajado hacia el interior; sus fábricas delatan claramente su diferencia cronológica. Posiblemente se produjeran transformaciones en las Puertas con motivo del nombramiento, por parte de los Reyes Católicos de Marqueses de Moya (1480) a Don Andrés de Cabrera y Doña Beatriz de Bobadilla.

Los muros básicamente están construidos por dos hojas de mampostería, o sillarejo, y un relleno interior, con espesor en torno a un metro y medio entre ellas. Se adosan las portadas, casi como si se trataran de un chapado. Este no se conserva mas que en algunas zonas escogidas, pues posiblemente fueran objeto de la rapiña. En general se observa una fábrica de sillarejo de gran regularidad en los muros y en la puerta de los Ojos, mientras que, en el resto de las puertas, se aprecia una obra de cantería insertada en los lienzos de muralla.

Descripción constructiva de las Puertas

La investigación se centra en las Puertas, como elementos singulares en el conjunto amurallado. Se trata de siete puertas que se insertan en distintos puntos de las murallas. La Puerta de los Carros en al actualidad sólo es una zona de acceso sin ningún tipo de edificación, las restantes seis puertas se describen a continuación.

— *Puerta de San Juan*: de aspecto austero, y muy integrada a la muralla, donde enlaza con un cubo de la misma. En la actualidad carece de decoración. Construida en lajas y mampostería de dolomía gris local. Muestra un paño inferior de lajas, coronado de mampostería, en el tramo superior, conserva en sus arranques dolomía blanca de gran tamaño (fig. 1).



Figura 1
Puerta de San Juan

— *Puerta de la Villa*: muy relevante en el recinto exterior, tratada como un elemento de arquitectura noble, está organizada mediante dos puertas en *codo simple* constituyendo un *antecastellum* (fig. 2).



Figura 2
Puerta de la Villa

— *Puerta de San Diego*: en el recinto exterior, muy próxima a la iglesia de San Bartolomé, da un acceso importante a la villa. Se inserta entre cubos y lienzos de muralla de diversas fábricas, predominando las mamposterías de piedra gris (fig. 3).

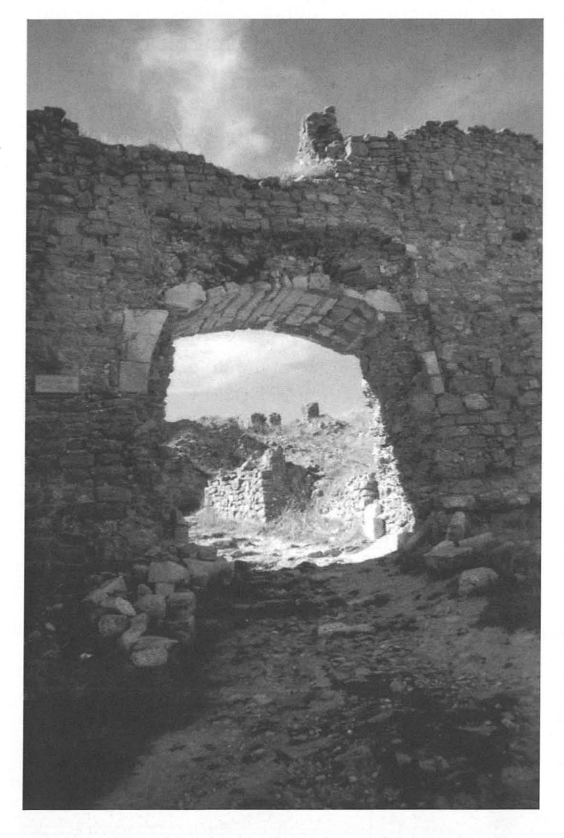


Figura 3
Puerta de San Diego



Figura 4
Puerta de los Ojos



Figura 5
Puerta de la Calzadilla

— *Puerta de la Calzadilla*: puerta sencilla, rematada en arco de medio punto rebajado, de su estudio parece desprenderse la existencia de un arco apuntado (fig. 4).

— *Puerta de los Ojos*: puerta abierta en un lienzo de muralla en el Oeste del recinto, de marcado carácter militar, acentuado por dos saeteras que la franquean al exterior. Pudo haber formado parte de una puerta en recodo, al exterior remata con arco de medio punto con dovelas bien trazadas (fig. 5).

— *Puerta del Castillo*: se trata del acceso al Castillo desde la Ciudad, flanqueada por dos cubos de la primera línea defensiva del Castillo una vez salvado el foso, y da acceso a la plaza de armas. Tiene restos de matacanes y almenas sobre la puerta abierta en las fábricas de mampostería entre los dos torreones amatacanados (fig. 6).

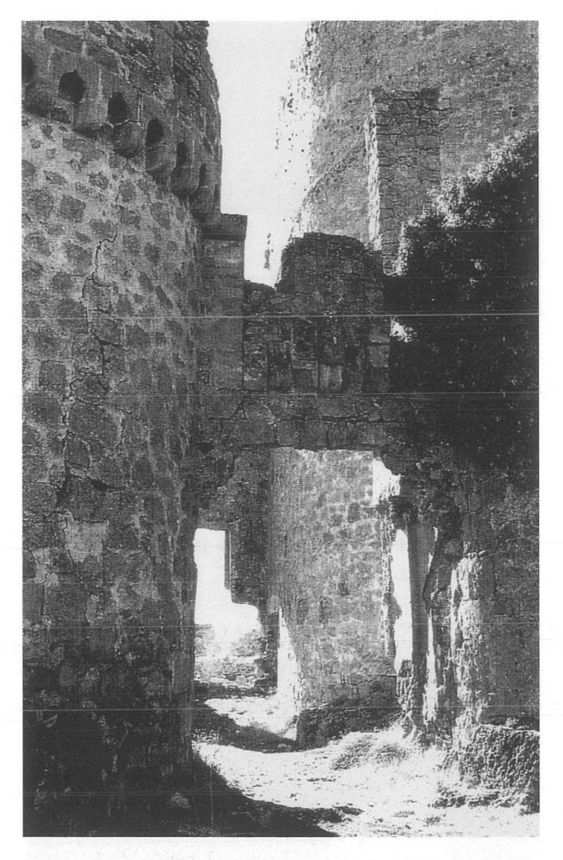


Figura 6
Puerta del Castillo

Estudio de los materiales de construcción

Estudio de la piedra

El material dominante en el conjunto amurallado de Moya es la piedra. Se presenta en muros de dos hojas rellenos, alternando lienzos de sillarejo con lienzos de mampostería, ambos cogidos con mortero. Quedan restos de revoco que probablemente se extendía por todos los lienzos exteriores de la muralla. Se puede distinguir dos variedades de piedra. Una generalizada por todo el conjunto. Se trata de una dolomía masiva de color gris, y en ocasiones con textura tabular, procedente del mismo sustrato rocoso del montículo de Moya (fig. 8). Se caracterizó mediante un análisis combinado de Difracción de Rayos X y de Microscopía Óptica de Polarización (figs. 8 y 9). Ensayos físicos realizados en laboratorio siguiendo procedimientos normalizados dan unos valores de densidad aparente de 2,8 g/cm^3 y un coeficiente de absorción del 0,60%. En la mayoría de las puertas aparece otra variedad de piedra con labra de sillería y estereotomía esmerada. Los análisis mineralógicos dictaminan que se trata de una variedad de dolomía distinta de la anterior y cuyo yacimiento no se haya en el montículo de Moya (figs. 10 y 11). Los datos procedentes de los ensayos físicos de estas muestras dan valores de densidad aparente de 2,5 g/cm^3 y de 2,3% de coeficiente de absorción.

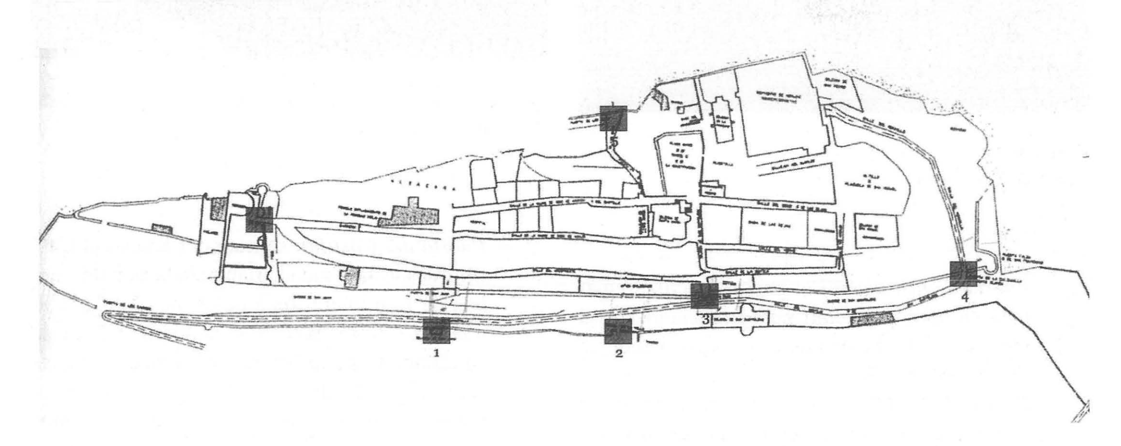


Figura 7
Planta del conjunto amurallado de Moya

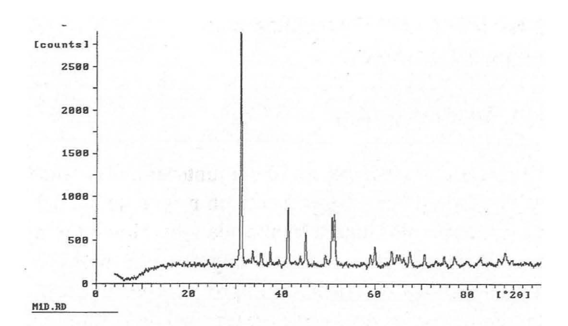


Figura 8
Diagrama de Difracción de Rayos X que identifica la piedra gris como una variedad de dolomía muy pura

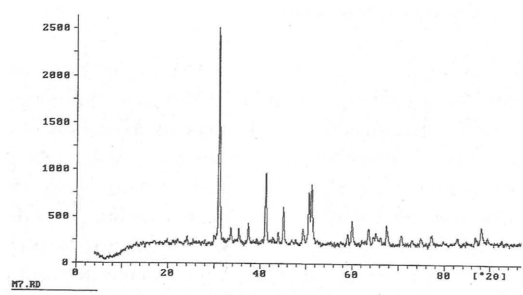


Figura 10
Diagrama de rayos X identificando la piedra como Dolomía

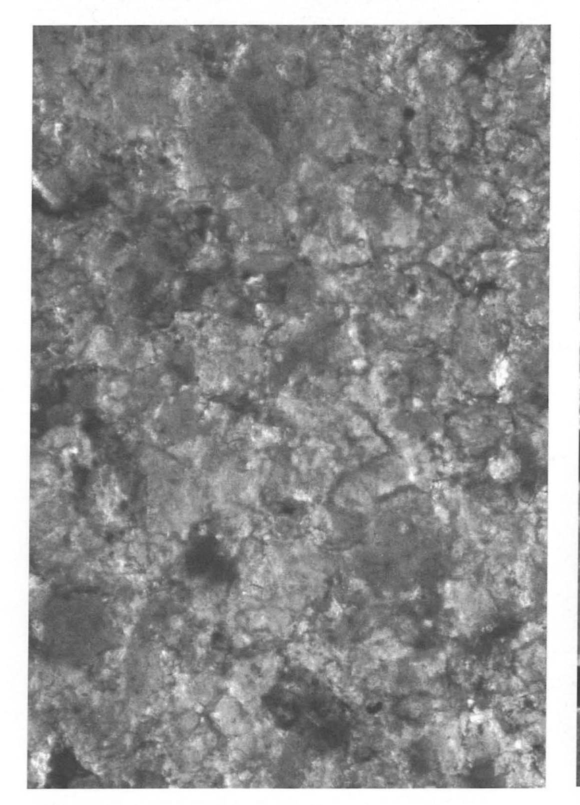


Figura 9
Microscopía Óptica de Polarización en la que se observa el tamaño y forma de los cristales de dolomita y la prácticamente nula porosidad

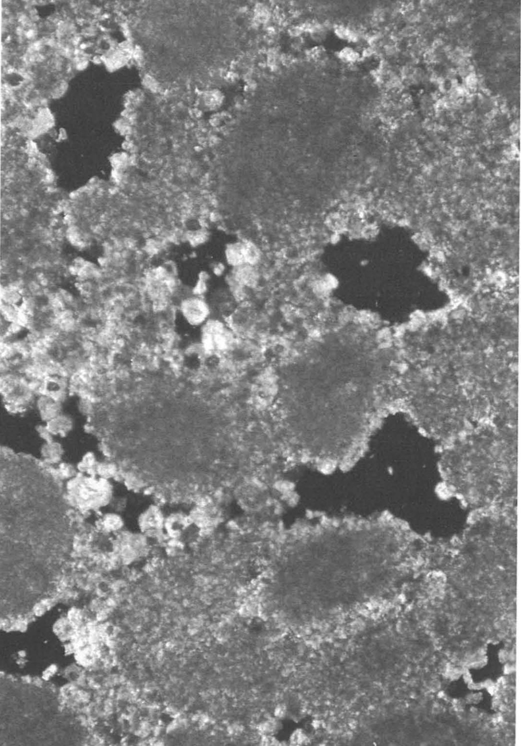


Figura 11
Se puede observar que la diferencia textural y morfológica en la imagen de Microscopía, así como la porosidad (espacios negros)

Estudio de los morteros

Se han tomado muestras de mortero en la Puerta de San Diego y de la Calzadilla. Se distingue un mortero muy generalizado de las juntas con las piedras grises, que además coincide con los restos del mortero de revestimiento. Se trata de una mezcla de yeso, arcilla y algo de cal, que podría tratarse de una pasta de yeso tradicional (figs. 12 y 13). Se identifica otro tipo de mortero de cal y arena procedente de piedra local molida. De cuidada dosificación y selección del tamaño de los áridos (figs. 14 y 15).

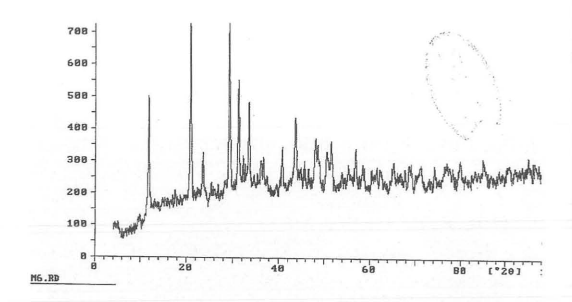


Figura 12
Difractograma en el que se identifica el yeso como componente principal

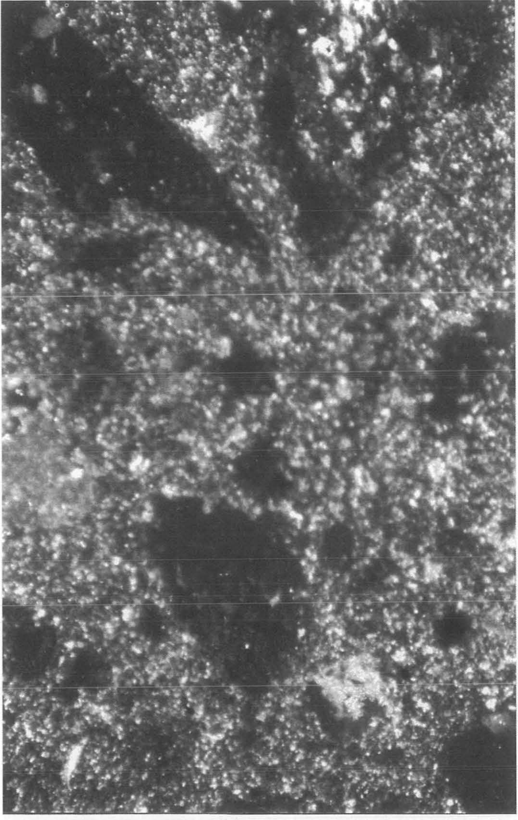


Figura 13
Microfotografía en la que se observan pequeños cristales de yeso mezclados con materiales arcillosos y una elevada porosidad

Conclusiones

El estudio morfológico de los elementos constructivos coincide con los análisis de laboratorio efectuados sobre los materiales. En efecto, la muralla se realiza con lienzos de sillarejo en muros de doble hoja rellenos siempre con una piedra dolomía masiva de color gris procedente del montículo sobre el que se asienta Moya, como es natural en la lógica constructiva. En estas murallas se abren puertas en el siglo XVI, posiblemente coincidiendo con el Marquesado otorgado por los Reyes Católicos a Don Andrés de Cabrera y a su esposa Doña Beatriz de Bobadilla. El estilo de las puertas es propio del Renacimiento y la piedra con la que se construyen es distinta a la de las murallas, se trata de sillares tallados de otra variedad de dolomía de color blanco. Hay un mortero de juntas asociado a la piedra dolomía gris, que es de yeso y del que quedan restos en los lienzos exteriores

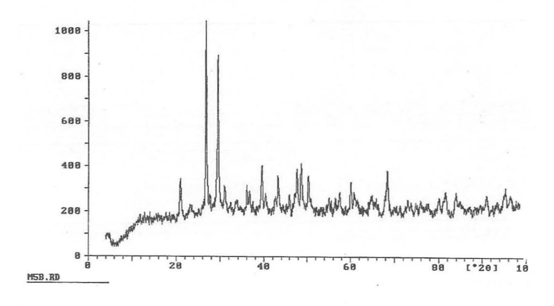


Figura 14
En el difractograma se pueden identificar calcita y dolomita

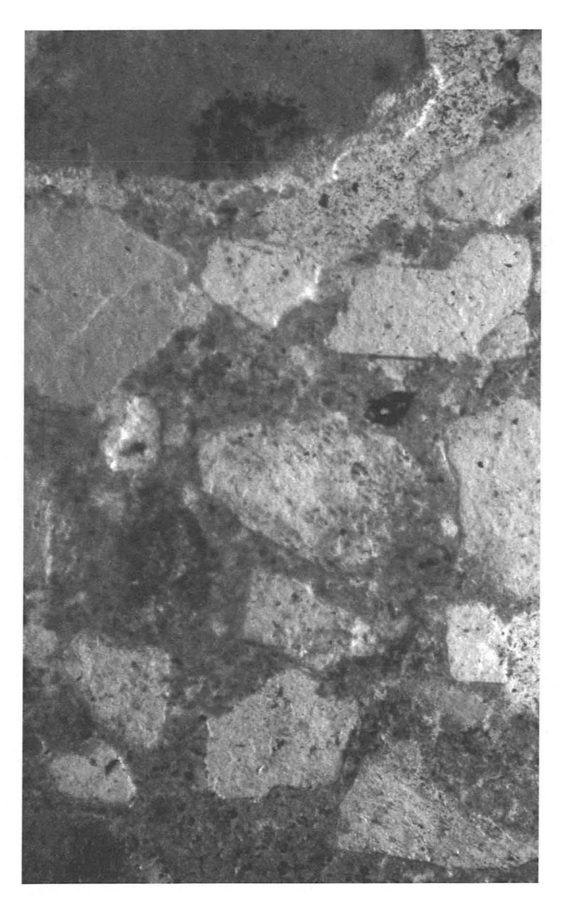


Figura 15
Con la observación al microscopio podemos asignar la calcita a cal carbonatada y la dolomita al árido, se observa también la calidad del mortero y la baja porosidad

de la muralla. Con la piedra dolomía blanca encontramos un mortero de cal y arena muy distinto del anterior.

Lista de referencias

Chavarri Colón de Carvajal, J. 1999. *Informe sobre bases del Conjunto histórico de Moya, Cuenca.* Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. Consejería de Educación y Cultura. Inédito

Degryse, P., J. Elsen y M. Waelkens. 2002. Study of ancient mortars from Sagalasos (Turkey) in view of their conservation. En *Cement and Concrete Research,* 32: 1457–1463.

Maravelaki-Kalaitzaki, P., A. Bakolas y A. Moropoulou. 2003. Physico-chemical study of Cretean ancient mortars. En *Cement and Concrete Research,* 33: 651–661.

Menéndez Pidal, Ramón. 1964. Los Trastamaras de Castilla y Aragón en el Siglo XV. En *Historia de España, Tomo XV.* Ed. Luis Suárez Fernández.

Moropoulou, A., A. Bakolas y K. Bisbikou. 2000. Investigation of the technology of historic mortars.En *Journal of Cultural Heritage*, 1: 45–58.

Riccardi, M. P., P. Duminuco, C. Tomasi y P. Ferloni. 1998. *Termal,* microscopic and X-ray diffraction studies on some ancient morars.En *Thermochimica Acta,* 321: 207–214.

Tosca, Tomás Vicente. 1757. *Compendio Matemático Tomo V, que comprende arquitectura civil, montea y cantería, arquitectura militar, pirotecnia y artillería.* Valencia: Imprenta de Jofeph García.

Villanueva Domínguez, L. 1998. Análisis espacial y constructivo del castillo de Chinchón por el método comparado. En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de A Coruña.

Origen y evolución de las armaduras Hispano-musulmanas. Diseño estructural, constructivo e influencias para el desarrollo de las armaduras apeinazadas y ataujeradas de lazo

Federico Wulff Barreiro

Las investigaciones desarrolladas en los últimos veinte años sobre la carpintería de lazo en España, desde un acercamiento constructivo y estructural, no han conseguido esclarecer de una manera satisfactoria y concluyente su origen y procedencia.

Este origen ha sido fruto de una compleja red de conexiones técnico-culturales entre los mundos cristiano y musulmán a lo largo de la Edad Media, a través de toda la cuenca mediterránea.

El contexto de influencias mutuas con aportaciones de muy diversa procedencia, ha hecho muy complejo el esclarecimiento de la génesis de un proceso en el que se sintetizan ideas técnicas occidentales y orientales.

El objetivo de la presente comunicación es el contribuir a arrojar un poco más de luz sobre el origen de la carpintería de armar en España, remontándonos a sus raíces en el mundo musulmán, tanto en la Península como en otras áreas geográficas, así como a las realizaciones carpinteras en el mundo cristiano medieval limítrofe y contemporáneo a al-Andalus.

Se ha realizado un estudio a partir de los primeros datos documentados y los vestigios más antiguos de estructuras de madera conservados hasta nuestros días, fundamentalmente de época omeya, pasando por las sucesivas etapas de reinos Taifas e invasiones norteafricanas almorávides y almohades. Tras la caída de estos últimos, con el surgimiento del último sultanato musulmán de al-Andalus, el nazarí de Granada, aparecen unas espectaculares armaduras apeinazadas y techumbres atayujeradas, contemporáneas a las mudéjares castellanas, y cuyas técnicas constructivas presentan diferencias reseñables respecto a ellas. Con el análisis de los antecedentes de estas obras se ha pretendido esclarecer su origen.

Modos de cubrición con estructura de madera en el Islam

Si iniciamos este itinerario con una primera visión global de los modos de cubrir espacios en la arquitectura islámica, nos encontramos con diferentes soluciones de cubiertas en función de la climatología de cada territorio y del encuentro de los nuevos conquistadores con múltiples tradiciones constructivas locales, que son muchas veces utilizadas por los musulmanes, como fue el caso de las fuertes tradiciones constructivas romanas presentes en Siria y en al-Andalus.

Cubiertas planas

Las primeras mezquitas construidas en Arabia y Mesopotamia citadas en la historia del Islam parecen haber sido fuertemente influenciadas por la Casa del Profeta en Medina, y se cubrían con ramas de palmera, mezcladas con argamasa de tierra arcillosa, todo ello soportado por troncos de palmera. Medina, Baçra y Kûfa son ejemplos de este tipo de cubierta.

El empleo posterior de cubiertas a dos aguas a partir del califato omeya de Siria será una fuerte innovación para los árabes, que incluso llegan a reprochar al califa el imitar con ello las técnicas cristianas.

Fuera de Siria la terraza continuará a ser empleada durante la época omeya. En Egipto, la primera mezquita de 'Amr, de modestas proporciones, o la primera mezquita de Qayrawan en Ifriqiya, fundada por 'Uqba en el s.VII, serán modelos para los edificios religiosos construidos en los siguientes siglos en el Mahgreb oriental.

Este tipo de cubrición (fig. 1), se compone de un plano sustentante a base de durmientes de madera que descansan directamente sobre los soportes y los cerramientos. Estas durmientes suelen tener la misma orientación que las naves. Sobre estas piezas, y perpendicularmente a ellas, descansan las vigas (c), generalmente cercanas entre sí. En Qayrawan, estas vigas están sustentadas en sus extremos por ménsulas de madera labrada (a) y policromada. En el espacio restante entre vigas, de una ménsula a otra, se disponen una serie de tablas labradas y policromadas, a modo de capialzados, que ocultan los encuentros de las vigas y ménsulas (b). Esta solución de ocultación será utilizada en al-Andalus en la Mezquita de Córdoba, y en otras armaduras más modestas, como la de la iglesia del s. XII de San Millán en Segovia, cuya obra carpintera es musulmana.

A su vez, las vigas reciben un segundo orden de viguetas de menor escuadría (e) dispuestas perpendicularmente, que reciben la tablazón (f), en cuya cara inferior vista se dispone la decoración labrada y policromada, y en su cara superior oculta, soporta el plano horizontal de la terraza, compuesto de una argamasa a base de cal dosificada con arena (g), mezclada con grava o cascote. Por encima de este plano se coloca una capa de tierra que es acabada con un fino revestimiento exterior de mortero de cal (k). Este revestimiento final ha de ser renovado con frecuencia, a base de lechadas de cal que colmatan las fisuras abiertas después de las dilataciones veraniegas.

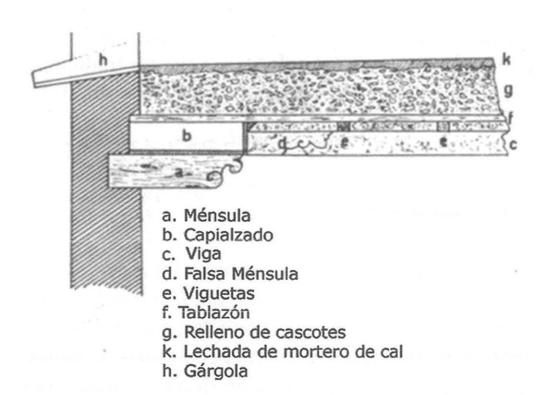


Figura 1
Terraza de la mezquita de Qayrawan

Las terrazas nunca son totalmente horizontales, sino que forman pendiente hacia el patio o hacia el exterior para desaguar, a través de unas gárgolas (h) practicadas en los petos de las cubiertas.

El gran problema que plantea este tipo de cubierta es la estanqueidad. En verano, los materiales se dilatan con el calor, provocando fisuras en la terraza, que sólo son patentes con la llegada de las grandes lluvias. El agua atraviesa entonces la terraza, impregna los techos de madera, y los deteriora. El mantenimiento ha de ser constante, para tapar con rapidez las fisuras y reemplazar, llegado el caso, los techos podridos.

Por ello, se comprende bastante mal el empleo sistemático de la terraza, como constata Golvin,[1] en regiones con presencia de pluviometría de cierta entidad, como la región de Qayrawan, en el actual Túnez.

Cubiertas inclinadas

Ninguna de las cubiertas construidas con esta tipología durante esta primera época de dominación musulmana ha permanecido intacta hasta nuestros días, por haber tenido numerosas reparaciones a lo largo de su prolongada existencia. Sin embargo, todo lleva a pensar, con el apoyo de las crónicas musulmanas medievales, que las disposiciones iniciales de estas cubiertas se han conservado en gran medida en las sucesivas reparaciones.

En el caso de la Gran Mezquita de Damasco (fig. 2), la estructura de sus cubiertas estaba compuesta por una serie de cerchas de madera, ligadas entre sí por correas (f), dispuestas sobre sus lados inclinados (fig. 2) .

Cada cercha se compone de una pareja de pares (d) y de un tirante (f), así como de elementos inter-

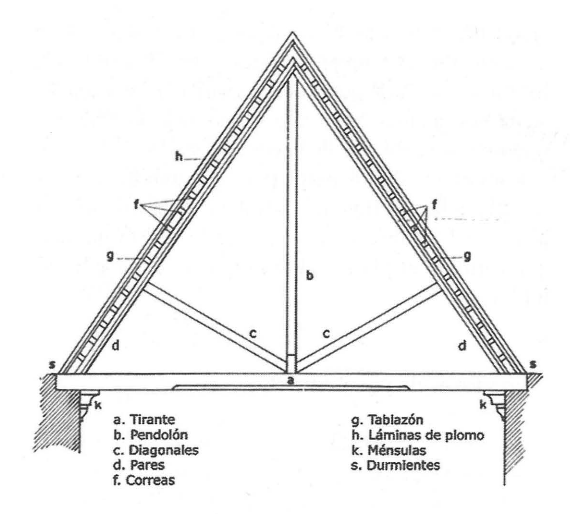


Figura 2
Armadura de la Gran Mezquita de Damasco

medios tales como un pendolón vertical (b) o diagonales (c).

Los tirantes penetran en la fábrica, y la luz a salvar por ellos es acortada por el empleo de ménsulas en voladizo (k), sobre las que éstos se apoyan.

Los pares inclinados (d) se unen al tirante embarbillándose a él, practicando una caja en su cara superior, en la que éstos penetran. Esta unión se efectúa en la zona del espesor del muro, de tal forma que resulta invisible desde el plano inferior de la cota del suelo.

Un pendolón (b) parte verticalmente de la unión superior de los pares, descansando en el punto medio del tirante. Esta pieza sostiene el extremo inferior de dos diagonales (c) que apean a los pares para prevenir deformaciones de los mismos a flexión, por la carga de la cubierta, o por la presión de viento, transmitiendo estos esfuerzos al conjunto de la cercha.

Las correas que atan las cerchas se disponen muy cerca las unas de las otras, ya que van a recibir una tablazón de madera (g), o de juncos o ramas en las soluciones más modestas.

Esta tablazón recibirá entonces el revestimiento de plomo (h), compuesto de placas clavadas directamente al soporte, y engatilladas entre ellas.

Este tipo de solución de acabado metálico, si bien es una garantía para la durabilidad y estanqueidad de la cubierta, no deja de ser una carga muy fuerte para su armadura, y representar un elevado coste.

El acabado exterior de las mezquitas del occidente musulmán es diferente. Tanto en la Mezquita de Córdoba, como el resto de las mezquitas del ámbito hispano-mahgrebí, se emplea la teja como cubrición final.

La composición de las armaduras del Islam occidental es diferente de lo descrito en Siria. La armadura de la Mezquita de Córdoba, aún parcialmente escondida tras las bóvedas de arista de yeso colocadas bajo ellas en época moderna, y que no han sido retiradas en su totalidad, mostraron cuando D. Ricardo Velázquez Bosco emprendió su restauración a principios del siglo XX, un techo plano de vigas y tablones ricamente labrados y policromados. Este techo plano sigue escondiendo la estructura sustentante de la cubierta, que en la actualidad, está resuelta con cerchas de madera en gran parte reconstruidas en una restauración de las cubiertas emprendida por el rey castellano Alfonso X en el s. XIII. Cabe preguntarse si esta tipología era la original y fue imitada por los castellanos, o si la organización estructural omeya de la cubierta era diferente.

A través del estudio de las cubiertas de las mezquitas herederas de la cordobesa y cuyas armaduras originales se conservan aún en una proporción aceptable, como la Qarawiyin de Fez, la Kutubiya de Marrakech, la Gran Mezquita de Tremecén, o la de Taza, podemos arrojar más luz sobre cómo era la organización de la armadura original de la Gran Mezquita de Occidente.

En el caso de la Gran Mezquita de Tremecén, obra almorávide acabada en 1136, estudiada por Georges Marçais[2] (fig. 3), su armadura está apoyada, en su base, en unas ménsulas de piedra (h), empotradas en la fábrica y voladas, que sostienen un estribo perpendicular a ellas. Sobre este estribo se sitúan unas ménsulas de madera labrada y policromada (g). Este doble sistema de arranque tiene por finalidad el reducir con elementos sucesivamente volados, la luz a salvar por los tirantes (a) que se sitúan sobre las ménsulas.

Contrariamente a la solución adoptada en la Gran Mezquita de Damasco, estos tirantes no reciben sobre ellos directamente a los pares (b), sino que se independizan en gran medida de los tirantes, funcionando la armadura de manera solidaria y ya no por cerchas autoportantes e independientes entre sí. Los pares transmiten sus empujes horizontales a un estri-

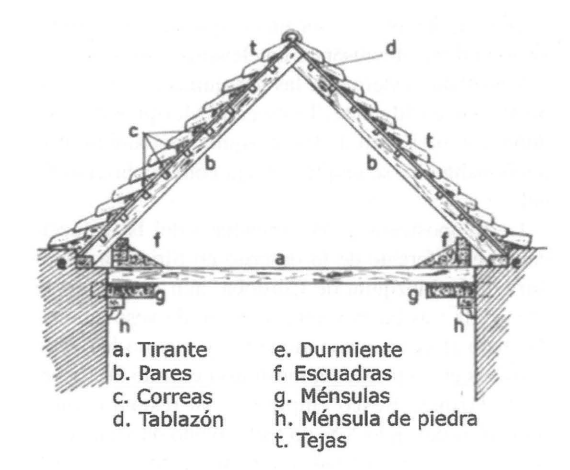


Figura 3
Armadura de la mezquita de Tremecén

bo que discurre a lo largo de toda la armadura, respondiendo globalmente a ellos (e).

Por primera vez, la armadura se comporta como una estructura solidaria. El tirante, al desligarse de cada pareja de par, empieza a ejercer su función para toda la estructura, absorbiendo los empujes de los estribos, y no ya el de cada pareja de pares. La mejora en cuanto a economía por menor consumo de madera y menor número de ensambles es evidente, así como el hecho de incorporar el espacio inmediatamente inferior a la armadura al volumen interior del edificio, que ya no está oculto bajo un tupido plano de tirantes. Este sistema, que vemos por primera vez aquí en el mundo musulmán pero que sin duda tendría ejemplos anteriores, tiene una larga tradición en las obras carpinteras de la Europa cristiana medieval. Este progresivo cambio de tipología estructural que va pasando de la tradición clásica a este tipo de soluciones justamente en el mundo musulmán fronterizo con la Europa cristiana, nos hace pensar en las posibles influencias técnicas que pudo ejercer ésta en el Islam Occidental.

En la armadura de Tremecén, el sistema de enlace entre pares, estribos y tirantes está todavía en pleno desarrollo. La solución adoptada, en vez de enlazar el estribo con los tirantes por medio de cajas abiertas en estos últimos como se hará posteriormente, se hará por medio de unos elementos intermedios a modo de escuadras con una correa que las enlaza transversalmente, uniendo pares y tirantes (fig. 3f). Esta unión se hará por su cara vista, pero al estar situada por encima de la cara superior de los tirantes, será menos visible desde la cota del suelo.

Por encima de los pares (b), se sitúan las correas (c), clavadas a ellos, que reciben a su vez una tablazón (d), sobre la que se vierte una argamasa que formará el plano sobre el que se colocarán las tejas (t).

Armaduras de par y nudillo

A partir del siglo XII, aparece en la arquitectura hispano-mahgrebí este tipo de armadura, nunca antes empleado en el Islam Occidental. Sus pares inclinados y su sistema de apoyo par-estribo-tirante será análogo al anterior. La novedad será la introducción del nudillo, dispuesto desde la cumbrera a un tercio de la altura total de la cubierta. Su función será acodalar los pares evitando así su deformación por flexión bajo el peso de la teja o por la presión del viento. En el proceso evolutivo de las armaduras musulmanas, tras haberse suprimido los elementos intermedios de las cerchas, el problema de la flexión de los pares vuelve a aparecer, y el nudillo será la respuesta adoptada, posiblemente bajo la influencia carpintera cristiana, en donde se utiliza desde hace tiempo.

La primera utilización de estos elementos en el mundo islámico no está del todo clara. Según algunos autores, es en la Gran Mezquita de Tremecén donde aparecen por primera vez, y a continuación en la Kutubiya de Marrakech, aunque otros investigadores atribuyen a las armaduras de la Kutubiya la primacía, relegando la datación de la armadura de par y nudillo de Tremecén a una reconstrucción posterior meriní. La solución de esta incógnita se resolverá con un análisis dendrocronológico de las dos armaduras, en la que las dataciones de ambas puedan tener alguna consistencia científica.

Sin embargo, el proceso de introducción de novedades técnicas suele siempre implicar una serie de obras de ensayo en las que éstas se van afianzando, hasta ser dominadas por completo. En la Península, la primera aparición del nudillo conservada está en la armadura del Palacio de Pinohermoso de Játiva (fig. 4).

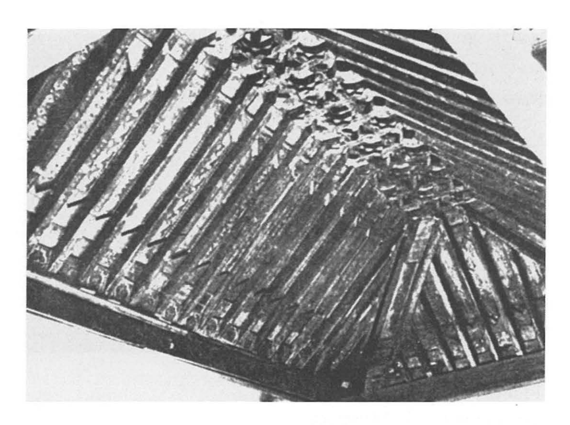


Figura 4
Armadura de Par y nudillo de Pinohermoso

En el Toledo cristiano nos encontramos con una armadura del s. XII en La Casa del Temple, resuelta con las cerchas triangulares del tipo que llamaremos «cordobés». Esta solución es muy conservadora para su época, si la comparamos con las innovaciones introducidas ya descritas en las armaduras almorávides y almohades contemporáneas a ésta en Tremecén y Marrakech.

Es de reseñar cómo las armaduras más importantes y de mejor calidad técnica de esta época son las conservadas en el Mahgreb, aunque el origen andalusí de las mismas parece contrastado. La más antigua armadura de este tipo conservada en la Península, la de Pinohermoso, sorprende por la tosquedad en su ejecución en comparación con las armaduras mahgrebíes. Probablemente muchos ejemplos anteriores a Pinohermoso de mejor calidad fueron destruidos en los siglos siguientes a la Reconquista.

El siguiente paso evolutivo será la unión de los nudillos entre sí formando planos solidarios o almizates, por medio de peinazos que forman decoraciones basadas en ruedas de estrellas. En un primer momento, la estrella de ocho será la más empleada por su sencillez en su adaptación a la estructura. Estos motivos apeinazados se extenderán más allá del almizate, hacia la zona de encuentro superior de pares y nudillos, y al arranque de los pares. En su zona intermedia, la decoración será de motivos policromados y labrados, en la tablazón entre pares.

La introducción de estos motivos entrelazados en las armaduras musulmanas no está todavía clara. Los precedentes de motivos decorativos entrelazados en el mundo musulmán occidental son muchos, destacando por ejemplo en nuestra Península las celosías de las ventanas de la Gran Mezquita de Córdoba, o los motivos entrelazados de los zócalos Mardanisíes del Castillejo de Monteagudo en Murcia, del s. XII. Los motivos entrelazados labrados en madera en la puerta del Monasterio de las Huelgas de Burgos, llevada allí por Alfonso VII desde Almería en el mismo siglo, y que parece que pertenecieran a un *mimbar* de una mezquita probablemente del siglo anterior, nos hablan la perfección técnica alcanzada en la construcción de estos motivos desde épocas califales (fig. 10).

Los *mimbares,* como elementos de mobiliario fácilmente fragmentables y transportables, tuvieron que tener un importante papel en la transmisión de influencias decorativas. Se sabe que el *mimbar* de la Gran Mezquita de Córdoba, que se realizó en el s. X, fue fragmentado a la caída del califato y que algunos de sus elementos fueron levados a Marruecos. Posteriormente se realizaron allí *mimbares* de clara raigambre andalusí, como el almorávide del s. XI de la Kutubiya de Marrakech, procedente de un taller cordobés (fig. 9), o como el omeya del s. X descubierto por Henri Terrasse en la Mezquita de los Andaluces de Fez, bajo una remodelación almohade de finales del s. XII.

Otra posible proveniencia de los motivos de lazo que luego serán aplicados en las armaduras apeinazadas hispano-mahgrebíes, proviene de la Turquía selkjúcida, entre el s. XI y el s. XIII. Sorprende la extraordinaria similitud de sus ruedas de lazo estrelladas con las utilizadas en al-Andalus y en el Mahgreb.

La excesiva dependencia de las ruedas de estrellas al ritmo constante y algo rígido de la estructura de pares y nudillos, les restaban libertad compositiva y complicaban la ejecución de las obras.

Por ello, se recurre, a partir del s. XIV ya en el reino nazarí de Granada, a independizar la armadura de la decoración. La armadura apeinazada ya había perdido gran parte de su carácter estructural al sobreponerse a ella una sobrecubierta. Ahora, la decoración se desliga totalmente de la armadura, como ya ocurría desde tiempo atrás en los *mimbares*, disponiéndose en una tablazón que, a modo de falso techo, se cuelga de una armadura no vista y por ello de tosca ejecución.

La armadura de la Gran Mezquita de Córdoba

Los elementos carpinteros de las sucesivas etapas de construcción de la Mezquita de Córdoba son los más antiguos conservados en la Península, y por ello son un punto de inicio en nuestras investigaciones.

¿Cómo era la disposición original de las armaduras de la Gran Mezquita? ¿De dónde surgen los conocimientos técnicos necesarios para acometer una obra de tal envergadura en pleno s. VIII, en el que los antecedentes constructivos más inmediatos en suelo íbero nos hablan de construcciones de tamaño mucho más reducido, y por ello con cubriciones que no necesitaban de grandes luces ni soluciones técnicamente complejas?

Los autores musulmanes medievales como Al-Khusani en 970, Ibn al-Qutiya en 977–978, Ibn Hayyan en 1076, el siciliano El-Idrisi en 1154 y el más tardío pero muy completo al-Maqqari en 1632, nos aportan datos esclarecedores sobre el estado original de las cubiertas cordobesas. Estas fueron modificadas a lo largo del tiempo en numerosas ocasiones, y desde el s. XVIII fueron cubiertas hacia el interior con bóvedas de yeso. Su techo fue descubierto y reconstruido parcialmente a principios del s. XX (fig. 5).

Las estructuras de la Cúpula de la Roca o de la Gran Mezquita de Damasco, así como la de la mezquita de al-Aqsa, cuya etapa más antigua conservada data de los primeros califas abbasíes, contemporáneos a Abderramán I, son puntos de referencia ineludibles para la construcción de la mezquita de los omeyas de occidente.

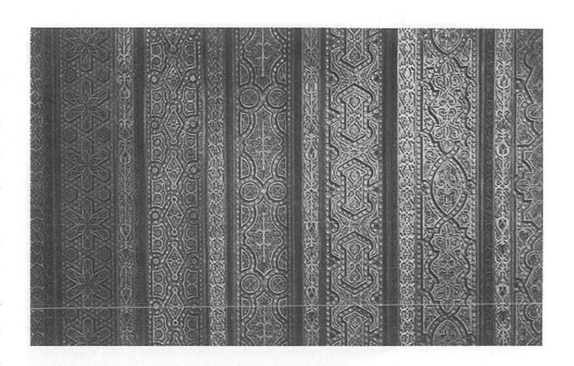


Figura 5
Techumbre de la Mezquita

La estructura de madera empleada en la Gran Mezquita de Damasco, así como las circunstancias históricas en las que se desarrolla su construcción, nos hablan de la gran presencia bizantina en la obra. Si investigamos cuáles eran los procedimientos constructivos para cubrir grandes espacios en el mundo bizantino anterior y contemporáneo a la mezquita, nos encontramos con grandes similitudes en el diseño estructural y en los encuentros carpinteros bizantinos y en los de Damasco.

R.W. Hamilton, Director del Servicio de Antigüedades de Palestina en 1949, demuestra en su obra *The structural history of the Aqsa Mosque*, que gran parte de la armadura que se conserva de la cubierta de al-Aqsa pertenece a la época abbasí de finales del siglo VIII, y prueba la intervención de carpinteros bizantinos o de origen y tradición bizantina en la cons-

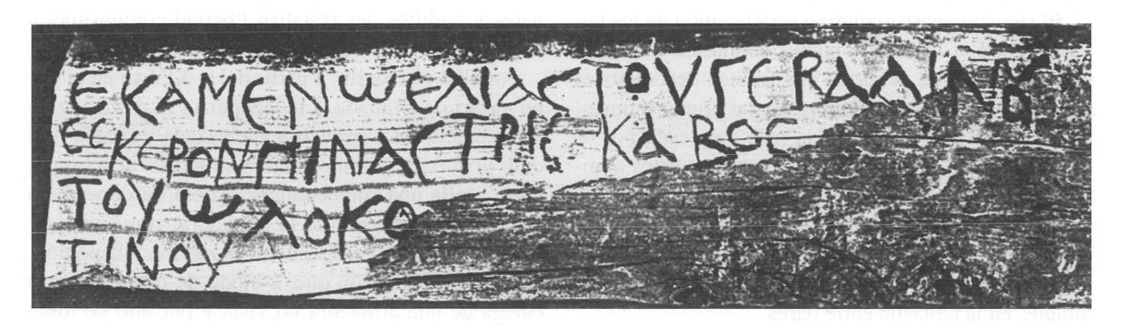


Figura 6
Inscripción griega en una viga de la mezquita de al-Aqsa, Jerusalem

trucción de la armadura, a través del estudio de inscripciones epigráficas en griego encontradas en la propia estructura de madera (fig. 6).[3]

Análogamente, la influencia bizantina y siria en Córdoba se comprueba en numerosos elementos de su fábrica, así como con la presencia de artesanos sirios y bizantinos en la obra.

La forma de la cubierta original de Córdoba es producto de la lógica constructiva, en la que se captó las respuestas de las tradiciones autóctonas a las condiciones climáticas y culturales propias de su contexto geográfico. La organización estructural global de la Mezquita está basada en un sistema de recogida de aguas pluviales lineal, a modo de acueductos soportados por las dobles arquerías, solución tomada de las obras romanas preexistentes (fig. 7).

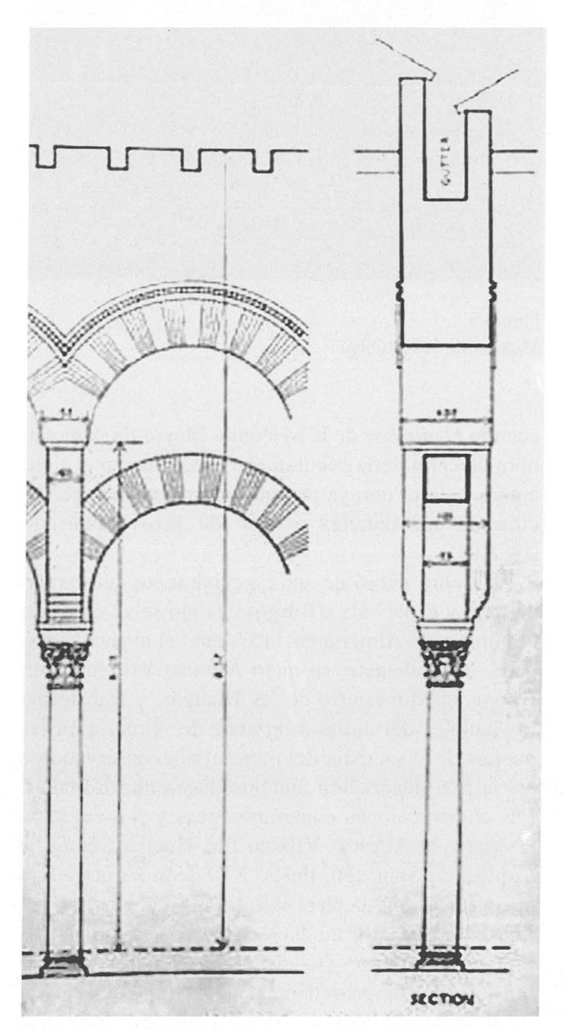


Figura 7
Arquerías de la Mezquita, por Félix Hernández

Este sistema de recogida de pluviales lineal sólo tiene sentido en el caso de disponer cubiertas a dos aguas para cada nave, que evacuan el agua de manera uniforme hacia los canalones situados sobre las dobles arquerías.[4] Por ello, la presencia de armaduras de madera con elementos estructurales inclinados parece la solución más lógica que debió de ser empleada desde la primera etapa constructiva del s. VIII.

TAIFAS, ALMORÁVIDES Y ALMOHADES

La caída del califato a comienzos del s. XI, y la posterior etapa de anarquía y fragmentación de al-Andalus en pequeños reinos Taifas hasta la conquista de los almorávides de 1090, complican tanto la situación política, como la reconstrucción de la línea evolutiva de las armaduras, ya que los elementos conservados son escasos y fragmentarios. El Museo Arqueológico de Granada, así como el Museo del Patronato de la Alhambra en la misma ciudad, conservan algunos elementos constructivos relativos a este periodo, como los canes labrados de la «Posada del Pan», del s. XI. Otros restos, igual de fragmentarios y de la misma época, son los que se encontraron en los llamados «Cuartos de Granada» de la Alcazaba de Malaga, relacionados con los granadinos[5] (fig. 8).

El Museo Arqueológico de Cádiz conserva unos fragmentos de vigas y aliceres del s. XI de la antigua mezquita de Tarifa, hoy iglesia de Santa María, y que ya presentan motivos entrelazados en su decoración. Fueron descubiertos en unas reparaciones efectuadas en la cubierta de la iglesia en 1908.[6]

Dada esta escasez de información, es preciso mirar más allá de nuestra Península para dilucidar la evolución que se van produciendo.

Los nuevos sultanes almorávides, de origen bereber, y de bajo nivel cultural, son rápidamente conquistados por la supremacía intelectual y artística de al-Andalus. Para las nuevas construcciones almorávides en el Mahgreb, se hacen venir alarifes, carpinteros, decoradores y albañiles andalusíes. Entre estas



Figura 8
Modillones y aliceres labrados de los Cuartos de Granada de la Alcazaba malagueña

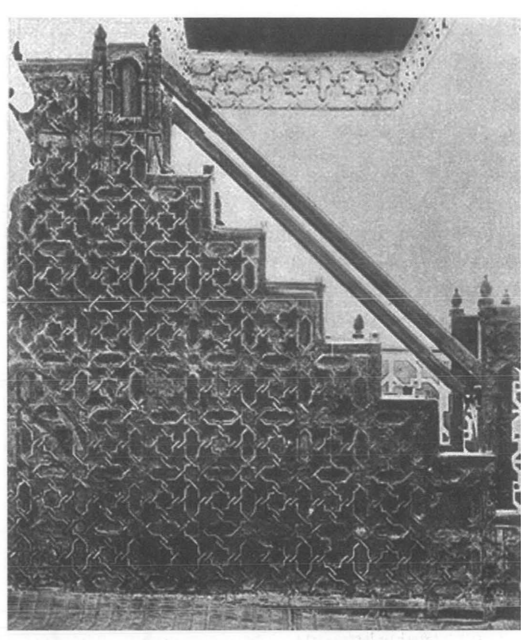


Figura 9
Mimbar de la Kutubiya

obras, destaca la Gran Mezquita de Tremecén, terminada en 1135, y la mezquita de la Kutubiya, cuyo primer edificio, construido por los almorávides, hoy ha desaparecido. El testimonio de esta primera construcción almorávide tras haber fundado la ciudad de Marrakech en 1069, ha quedado probado con las inscripciones de su *mimbar*, que fue ejecutado en un taller carpintero cordobés (fig. 9). Es el único elemento de esta mezquita que se ha conservado, y fue reutilizado por los almohades en su mezquita cuando conquistan la ciudad. El prestigio que los talleres de carpintería cordobeses se sigue manteniendo en este s. XI.

La transmisión de conocimientos técnicos y decorativos de al-Andalus al Mahgreb, en una época de unificación política entre ambos lados del Estrecho, se realiza a través del desplazamiento físico de los artífices de las obras, y al transporte de elementos carpinteros para ser estudiados y reproducidos, como los fragmentos del *mimbar* de la Gran Mezquita de Córdoba, hoy desaparecido, algunos de los cuales fueron llevados al Mahgreb con esta intención.

La valoración de las técnicas decorativas y constructivas carpinteras andalusíes, se produjo también en los reinos cristianos del norte peninsular. Cuando Alfonso VII de Castilla toma Almería en 1147, encuentra el *mimbar* de la Mezquita Mayor de Almería, obra de carpintería seguramente realizada en el siglo anterior, en el que ya podemos apreciar una decoración de sus paneles a base de lazo ataujerado (fig. 10).

Esta obra debió de ser especialmente del agrado del rey, y es llevada a Burgos cuando se ve obligado a retirarse de Almería en 1157, ante el avance almohade. Más adelante, su nieto Alfonso VIII funda en Burgos el Monasterio de las Huelgas, y transforma los paneles del antiguo *mimbar* de Almería en las puertas de la sacristía del monasterio, conservándose así la rica decoración andalusí hasta nuestros días. Las construcciones contemporáneas y posteriores a la época de Alfonso VIII en Las Huelgas, como la Capilla de Santiago, del s. XIII, con su armadura apeinazada, son de clara influencia islámica. Esta última obra fue directamente realizada, en opinión de D. Leopoldo Torres Balbás, por carpinteros hispanomusulmanes de procedencia andalusí. El desaparecido Hospital del Rey también en Burgos,[7] fundación también del mismo monarca, tenía un alfarje de cubos octogonales que recordaban a los realizados mu-

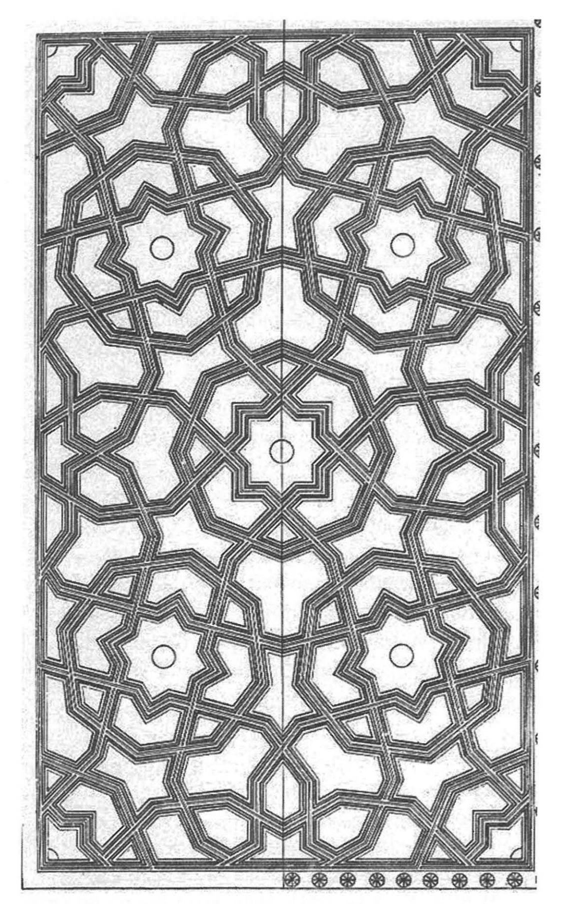


Figura 10
Puerta de Sacristía del Monasterio de las Huelgas

cho después en la Alhambra granadina.[8]

La influencia artística facilitada por el contacto con las técnicas decorativas, estructurales y constructivas de al-Andalus sobre el mundo cristiano es patente. Es muy probable que el traslado del *mimbar* de la mezquita de Almería a Burgos ejerciese un papel primordial en este proceso. Por otro lado, este monasterio pudo ser uno de los primeros puntos de encuentro de los carpinteros musulmanes con las técnicas carpinteras de la Europa septentrional. Es precisamente en esta época cuando empiezan a aparecer en la carpintería musulmana el diseño de armaduras de par y nudillo, solución habitual en el mundo cristiano europeo.

Como ya vimos, otros talleres carpinteros musulmanes están presentes en tierras cristianas, como se demuestra con la armadura de factura musulmana de la Iglesia de San Millán de Segovia, de principios del s. XII, obra de carpinteros musulmanes probablemente residentes en la ciudad, e influenciada por la carpintería cordobesa y por la armadura de Qayrawan, si atendemos a la solución empleada en su arranque.

Los talleres cordobeses no son los únicos que ejercen su influencia en el Islam occidental en esta época. La corte normanda de la Sicilia del s. XII nos ha dejado realizaciones en madera tan importantes como la Capilla Palatina de Palermo, finalizada en 1143, de clara filiación islámica (fig. 11).

Los carpinteros que trabajan en las obras de los reyes normandos sicilianos del s. XII parecen proceder del Egipto fatimí y de Ifriqiya. A estos se unen artesanos locales de origen musulmán, descencientes de los invasores anteriores a los normandos, los Aghlabíes, también procedentes de Ifriqiya. Estas procedencias no están hoy claramente delimitadas, habién-

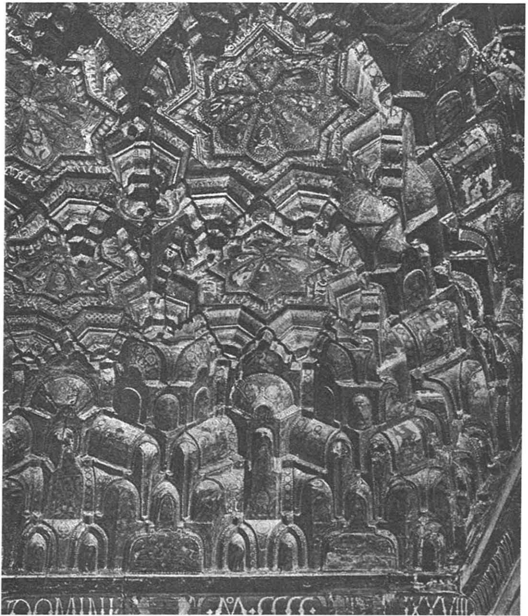


Figura 11
Techumbre de madera de la Capilla Palatina de Palermo

Marçais, G. 1925. *Coupole et plafonds de la Grande Mosquée de Kairouan. Notes et documents publiés par la Direction des antiquités et des Arts*, 8: 34. París: Tournier; Tunis: Vuibert.

Marçais, G. Les Echanges Artistiques entre L'Egypte et les pays musulmans occidentaux. *Mélanges d'Histoire et d'Archéologie de l'Occident Musulman*, I. Alger: Gouvernement Géneral de l'Algérie, Sous-Direction des Beaux Arts.

Marçais, G. 1954. *L'architecture musulmane d'occident: Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne et Sicilie*. París: Arts et Métiers Graphiques.

Martínez Caviró, B. 1977. Carpintería Mudéjar Toledana. *Cuadernos de la Alhambra*, 13.

Maslow, B. 1937. *Les mosquées de Fès et du nord du Maroc*. París: Les Editions d'Art et d'Histoire.

Mayer, L. A. 1958. *Islamic woodcarvers and their works*. Geneva: Albert Kundig.

Michell, G. 1985. *La arquitectura del mundo islámico*. Madrid: Alianza Forma. Art. Lewcock, R. *Arquitectos, artesanos y constructores. Materiales y Técnicas*, 129–138.

Navarro Palazón, J.; P. Jiménez del Castillo. 1995. El Castillejo de Monteagudo. Qasr Ibn Sa[c]d. *Casas y Palacios de Al-Andalus. Siglos XII y XIII. Colección El Legado Andalusí*, 63–103. Madrid: Ed. Lundwerg.

Orihuela Uzal, A. 1995. Los inicios de la arquitectura residencial Nazarí. *Casas y Palacios de Al-Andalus. Siglos XII y XIII. Colección El Legado Andalusí*, 225–267. Madrid: Ed. Lundwerg.

Pérez Higuera, T. 1995. El primer mudéjar castellano: casas y palacios. *Casas y Palacios de Al-Andalus. Siglos XII y XIII. Colección El Legado Andalusí*, 303–314. Madrid: Ed. Lundwerg.

Prieto Vives, A. 1932. La carpintería Hispano- Musulmana. *Arquitectura*, 14: 264–302.

Romero de Torres, E. 1934. *Catálogo monumental de España: Provincia de Cádiz (1908–1909)*, 311, lám 147. Madrid: Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Saladin, Henri. 1907. *Manuel d'Art Musulman*. París: Alphonse Picard et fils.

Terrasse, H. La grande mosquée almohade de Séville. *Mémorial Henri Basset*, 249–266.

Terrasse, H. 193?. La mosquée des Andalous à Fès. *Publications de l'Institut d'Hautes Etudes Marocaines*,38. París: Les éditions d'Art et d'Histoire.

Terrasse, H. 1943. La grande mosquée de Taza. *Publications de l'Institut d'Hautes Etudes Marocaines*, 39. París: Les éditions d'Art et d'Histoire.

Terrasse, H. 1968. La Mosquée al-Qarawiyin à Fès. *Archéologie Méditerranéenne*, 3. París: Klincksieck.

Terrasse, H. 1969. Un bois Sculpté du XII[e] siècle trouvé à Marraquesh. sep. *Al-Andalus*, 24.

Terrasse, H.; H. Basset. 1932. Sanctuaires et forteresses Almohades. París: Maisoneuve & Larose,

Torres Balbás, Leopoldo. 1935. La Mezquita Mayor de Qayrawan. *Al-Andalus*, 3: 135–139.

Torres Balbás, Leopoldo. 1949. *Arte Almohade; Arte Nazarí; Arte Mudéjar. Ars Hispaniae*, 4. Madrid: Plus Ultra, 1949.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Hallazgos en la Alcazaba de Málaga. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 1*, 1: 5–18. Láminas 6, 11: 312, 317. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La Mezquita Mayor de Qayrawan. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 2*, 1: 53–57. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Aportaciones del arte de Ifriqiya al musulmán Español de los siglos X y XI. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 3*, 1: 71–74. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Intercambios artísticos entre Egipto y el Occidente musulmán. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 3*, 1: 89–102. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Restos de una techumbre de carpintería musulmana en la iglesia de San Millán de Segovia. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 3*, 1: 102-112. Láminas 10–13, 15, 16: 341–344, 346–347. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Reparación de la techumbre de la Mezquita de Córdoba en el s. XIII. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 4*, 1: 128–130. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. El arte musulmán Español. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 5*, 1: 168–169. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Con motivo de unos planos del Generalife de Granada. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 5*, 1: 170–179. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Dos obras de Arquitectura Almohade: La mezquita de Cuatrohabitan y el castillo de Alcalá de Guadaira. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 8*, 1: 276–288. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Nuevos datos documentales sobre la construcción de la Mezquita de Córdoba en el reinado de Abd el-Rahmán II. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 9*, 2: 11–22. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Damasco y Granada. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 9*, 2: 47–57. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La mezquita de al-Qanatir. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Mu-*

sulmana, Crónica 11, 2: 149–171. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Dos formas olvidadas de la Arquitectura Hispano-Musulmana. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 13,* 2: 239–255. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Excavaciones y obras en la Alcazaba de Málaga. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 14,* 2: 279–300. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. El Hospital del Rey de Burgos. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 14,* 2: 300–310. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. El Maristán de Granada. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 15,* 2: 412–429. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La Mezquita Mayor de Granada. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 17,* 3: 84–102, 111. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Arquitectos Andaluces de las épocas Almorávide y Almohade. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 18,* 3: 179–189. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La armadura de San Juan de Castrogeriz. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 18,* 3: 189–196. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La primitiva Mezquita Mayor de Sevilla. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 19,* 3: 197–212. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Las Alhóndigas Hispano-Musulmanas y el Corral del Carbón de Granada. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 19,* 3: 219–266. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Ventanas con vidrios de colores en los edificios Hispano-Musulmanes. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 24,* 4: 191–198. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Aleros Nazaríes. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 28,* 4: 349–368. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Los Reyes Católicos en la Alhambra. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 28,* 4: 371–391. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. El Arte de Al-Andalus bajo los Almorávides. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 31,* 5: 156–192. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La Mezquita Mayor de Almería. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 33,* 5: 249–276. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Actividades de los moros burgaleses en las Artes y en los Oficios de la Construcción (s. XIII–XV). *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 34,* 5: 302–307. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Sillerías de Coro Mudéjares (s. XIII–XV). *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 34,* 5: 308–331. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. El mihrab almohade de Mértola (Portugal). *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 36,* 5: 355–364. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. La techumbre Mudéjar de la Iglesia de Godella (Valencia). *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 36,* 5: 365–379. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Játiva y los restos del Palacio de Pinohermoso. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 42,* 6: 264–300. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Por el Toledo Mudéjar: el Toledo aparente y el oculto. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 43,* 6: 341–360. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. Cronología de las construcciones de la Casa Real de la Alhambra. *Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 52–62. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Marçais, G. Tunis et Kairouan. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 160–163. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Terrasse, H. La mosquée des Andalous à Fès. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 164–167. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Maslow, B: Les Mosquées de Fès et du Nord du Maroc. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 174–177. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Rafols, J.F. Techumbres y artesonados Españoles. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 187. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Terrasse, H. La Grande Mosquée de Taza. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la Espa-*

ña Musulmana, Crónica 45, 7: 193–194. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Monneret de Villard, M.V. Le Pitture musulmane al soffitto della Capella Palatina di Palermo. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 205–207. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Creswell, K. A. C. A Bibliography of muslim Arquitecture in North Africa (excluding Egypt). Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 233–234. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Mayer, L.A. Islamic woodcarvers and their works. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 256. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Marçais, G. 1957. Mélanges d'histoire et d'Archéologie de l'Occident musulman. 1: articles et conférences de Georges Marçais; 2: Hommage à Georges Marçais. Alger; Gouvernement Géneral de l'Algérie. Sous-Direction des Beaux-Arts.. incl. Terrasse, H. Mimbars Anciens du Maroc. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 257–258. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Golvin, L. Le Mahgrib Central à l'époque des Zirides. Recherches d'Archéologie et d'Histoire; Alger : Gouvernement General de l'Algérie. Sous-Direction des Beaux-Arts. Missions Archéologiques Arts et métiers Graphiques.Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 259–260. Madrid: Instituto de España.

Torres Balbás, Leopoldo. 1981. *Libros y Revistas (Sinopsis de publicaciones): Allain, C. & Deverdun, G.: Les Portes anciennes de Marraquesh. Obra Dispersa: Crónica Arqueológica de la España Musulmana, Crónica 45,* 7: 267. Madrid: Instituto de España.

Paramentos de fortificaciones en la Segovia prerrománica (siglos VII al XI)

Alonso Zamora Canellada
Fernando Vela Cossío

El estudio descriptivo, analítico e interpretativo de paramentos en edificios históricos constituye una de las labores básicas en el campo científico de la historia de la construcción. La Arqueología, en cuanto que método de investigación histórica, se ha venido ocupando a lo largo de los últimos treinta años del estudio estratigráfico y constructivo de las fábricas históricas. Así en el caso concreto de la arquitectura militar, son muy abundantes los trabajos de carácter histórico-arqueológico que se han dedicado al conocimiento de los materiales, aparejos y procedimientos de construcción, si bien aún existen muy considerables lagunas de interpretación y de fechado de aquellos casos que no pueden encuadrarse entre los de características «típicas». Entre los estudios desarrollados en castillos y conjuntos amurallados de la provincia de Segovia hemos tenido ocasión de ensayar y poner en práctica el método arqueológico, lo que nos ha permitido disponer de un conocimiento relativamente amplio de distintas clases de fábricas de cronología medieval, tanto musulmanas como cristianas. Así se han caracterizado fábricas de tapia de tierra en los castillos de Ayllón, Castilnovo, Laguna de Contreras y Turégano, fábricas de sillar de distintas facturas en Sepúlveda y Segovia, y mamposterías encintadas con ladrillo en Ayllón, Saldaña de Ayllón, Sepúlveda, Fresno de Cantespino y Fuentidueña. La concreta descripción e identificación de todas estas clases de fábricas, las valoraciones histórico-arqueológicas que pueden extraerse de su estudio detenido y las apreciaciones regionales de carácter comparativo a las que nos invitan, son los distintos aspectos de que trata esta comunicación, en la que se ha recogido algunos de los trabajos de investigación más recientes de los autores.

Desde hace ya algún tiempo hemos tenido la oportunidad de ir estudiando distintos aspectos de los más antiguos restos de las fortificaciones segovianas. A



Figura 1
Mapa de localización de los ejemplos citados

estos estudios, sobre las murallas de Sepúlveda (Martín, Tardío y Zamora 1990), y de Ayllón (Zamora 1993), se han sumado últimamente algunos otros (Vela Cossío y García Valero 2002), a los que haremos detenida referencia. En conjunto, parece posible ir constatando un panorama cada vez más complejo, que empieza a necesitar tanto de nuevas excavaciones como de resúmenes que ordenen lo ya conocido. Y como quiera que es precisamente este, nuestro intento de hoy, nos ceñiremos a aquellos ejemplos que son tipológicamente más claros, o reconocibles, aunque por supuesto existan otros menos fácilmente clasificables. No debe olvidarse que realmente estamos empezando a establecer este panorama general, por lo que debemos recoger únicamente aquellos casos que permitan establecer las tipologías básicas. En efecto: a pesar de la patente falta de datos y de puntos suficientemente conocidos como para efectuar anclajes cronológicos precisos, sí se pueden ir proponiendo algunas fechas, asociadas a los diferentes tipos de construcción existentes en la provincia. A nuestro modo de ver, serían: A: tipo visigodo; B: tipo emiral-califal; C: mampostería encintada con ladrillo y piedra; y D: tapiales.

Tipo visigodo

Cerro del Castillo, o Cerro de la Ermita de la Virgen del Castillo en Bernardos. Aunque todavía no haya sido publicado por extenso, es yacimiento que presenta mucho interés, en cuanto a la entidad de sus restos arquitectónicos. Se están excavando allí algunas zonas de las muy completas fortificaciones, que han de incluirse entre los escasos restos de la arquitectura visigoda provincial. La seriación ofrecida hasta el momento abarca desde el siglo V (fase fundacional) al posible abandono en el siglo VIII, pasando por el reaprovechamiento del conjunto murado anterior con el establecimiento de una segunda construcción, también murada, a modo de acrópolis, quizá ya de época emiral.[1] Se trata de un interesantísimo conjunto, del que se conocen ya una puerta, varios de los cubos y alguna estructura interior, además de la práctica totalidad del trazado, (no limpiado aún) de la muralla, con casas adosadas a su interior. Fue construido con piedra de menor tamaño, esencialmente lajas pequeñas de pizarra, material dominante en la zona. Habida cuenta del tamaño y de las características de ese material, así como de su especial abundancia, es posible indicar que esas defensas se convierten en un caso muy concreto, que no valdría como ejemplo extrapolable a otros lugares, ya que nada tiene que ver con el resto de la sillería conocida como visigoda. Se incluye como constatación de su existencia, a efectos de catálogo, como primer ejemplo de aparejo altomedieval en Segovia y como conexión con el notable entorno tardorromano.

Tipo emiral-califal

Entendemos que los restos son demasiado escasos como para poder diferenciar entre emirato, califato o incluso épocas posteriores. Se construye fundamentalmente con bloques de piedra de similares medidas, incluye restos de zarpados, sillares romanos reaprovechados e hiladas horizontales bien dispuestas.

Sepúlveda

Las zarpas son mucho más simples que las de Gormaz. Tampoco existe un uso generalizado de la «soga y el tizón», aunque el aspecto final del aparejo recuerda cercanamente a los de Vascos, Mérida, etc. De fines del IX o ya del X. En cualquier caso postvisigodo y previo al aparejo fechado por una inscripción de 1063, en Sepúlveda, en que se reconstruye una amplia zona, redisponiendo los mismos bloques. (Martín, Tardío, Zamora 1990, 200). Hay también una zona con posible zarpa en Ayllón, (Zamora 1993, 74), si bien sin excavar, así como en Segovia, en la muralla (cubos cercanos al arco de San Andrés).[2] Pero los restos más claros son los de Sepúlveda.

Mampostería encintada de ladrillo y piedra

Se trata de una mampostería encintada, a espejo, formada por hiladas horizontales (una o dos), de ladrillo, separadas por nuevos ladrillos dispuestos verticalmente, formando cajeados llenos cada uno con una piedra.[3] Terrase lo califica de «cloisonné».[4]

Hemos buscado este aparejo repetidamente, localizando algunos ejemplos, siempre en relación con arquitectura militar, o en su defecto, en edificios públi-

cos, quizá mezquitas reconvertidas en iglesias, y siempre en las zonas más bajas o más antiguas de cada construcción. Su distribución parece agrupada para el control del paso de la Sierra, entre las provincias de Guadalajara, Soria y Segovia, y siguiendo el cauce del río Duratón, o los caminos de Toledo, ya al lado sur de la montaña. Las primeras etapas de las fortificaciones, es decir las que ahora nos interesan, carecen siempre de referencias documentales. Los puntos concretos, de norte a sur, son:

Fuentidueña

«Castillo de Lacer» o de «Alazar» hasta el XII, para algunos autores (González 1974, 275; Martín Postigo 1979, 29; Colmenares y Peñalosa [1637] 1990 vol. 1, 230). Es importante el recinto islámico fortificado, con albacar. Los restos de mampostería, en el lienzo de la puerta de Trascastillo, (al sur), aprovechados y recrecidos posteriormente, son lo más antiguo de cuanto allí puede verse hoy. La puerta construida con el sistema descrito, derribada o hundida, fue reedificada, manteniéndose las mismas alineaciones. Parece clara la pasada importancia del asentamiento que, junto con Sepúlveda, controlaba el corredor del río Duratón, es decir, el acceso a la sierra desde el norte, y al norte desde la sierra.

Sepúlveda

Probable torre[5] dentro del recinto murado, (lado sur, cerca de la puerta de Duruelo), quizá luego convertida en iglesia de San Andrés. Se trata de un edificio de cuatro plantas y cubierta moderna, a un agua. Las esquinas, solamente en ladrillo. Los muros están construidos con el mismo sistema, es decir, que no se trata de un careado de mampuesto.

Ayllón

a) Recinto alto del castillo. Frente oeste y escasos restos en «Los Paredones».
b) Recinto murado inferior. Probable torre dentro de ese recinto, luego iglesia de San Miguel, en la Plaza Mayor de la localidad. Quizá el acabado que muestra sea original.[6]
c) Recinto bajo, Arco de la Villa. Restos muy escasos, al exterior del único acceso conservado (lado oeste), de los tres, al menos, que hubo.

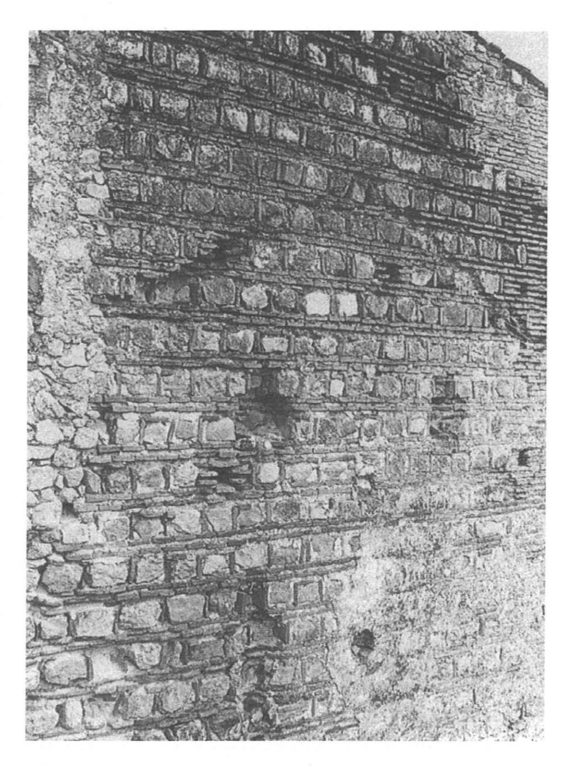


Figura 2
Sepúlveda (Segovia). Fábrica de mampostería encintada



Figura 3
Ayllón (Segovia). Fábrica de mampostería encintada en la iglesia de San Miguel

Fresno de Cantespino

Escasos restos visibles del castillo, muy arrasados, en el cerro, al sur de la población.[7]

Saldaña de Ayllón[8]

Parte baja de espadaña de la iglesia parroquial, San Pedro Apóstol, sobre un zócalo de mampuesto. Las esquinas han sido reformadas, y el zócalo incluso puede haber sido chapado posteriormente, aunque no pueda afirmarse. Las hiladas se ven solamente a través de las zonas dañadas en los enfoscados. El interior está totalmente encalado, con lo que no es posible indicar nada más, excepto lo que pueda derivarse de su presencia en la zona cercana al conjunto de Ayllón, y asociada al mismo valle.

Fuera de la provincia

Buitrago (Madrid). Las citas disponibles no son de especial utilidad para las etapas antiguas de la fortificación, como en otros casos. (Dotor s/f, 33–39; Layna 1934, 226). Sí es de importancia el trabajo de Michel Terrase, que califica este aparejo como de «cloisonné», y lo fecha en época de Alfonso VI, o quizá Alfonso VII. (Terrase 1969, 189–205).[9]

Jadraque (Guadalajara). Pueden leerse algunas referencias a la existencia de un castillo anterior a lo hoy visible, (Fernández Ugalde 2001,163), y su conexión con el Cid. Sobre ello se ha tratado hace ya tiempo (Layna 1994, 161). Son argumentos también de Basilio Pavón (1984, 83–84), que se ven confirmados hoy con la descripción de un nuevo fragmento de mampostería encintada, junto al actual acceso y fuera de recinto. Apenas unos metros, en mal estado de conservación y sosteniéndose sobre un basamento de roca muy disgregada, pero de indudable calidad y regularidad de factura. Es caso recientemente publicado (Daza 2003, 34–42),[10] aunque la obra a que hacemos referencia debió ser visible en el pasado, y seguramente es la citada en 1854 (López-Muñiz 2003, 87–88).[11]

Peñafora (Jiménez 1989, 283–291; Zamora 1993, 111). Cerca de Humanes, en la provincia de Guadalajara, dominando la confluencia de los valles del Henares y del Sorbe, es decir uno de los caminos entre el Duero y Toledo. Parece ser uno de los castillos construidos por Muhammad I, (Manzano 1989, 328–329), cuyo origen, quizá como ribat, (Pavón 1999, 24), debió ser similar a los de Talamanca y Madrid (Manzano 1989, 346–347; Manzano 1991, 152). La plaza se reforzaría, como Talamanca, junto al Jarama, para evitar que llegasen a los toledanos los refuerzos del norte. Hubo de construirse Talamanca entre el 852/238 H., (cuando empieza su mando Muhammad I), y el 860, en que esta plaza es atacada por el conde Rodrigo, hermano de Ordoño I, que captura y luego libera a «Muzeor ,rege suo» (Manzano 1989, 347). Para Basilio Pavón, (1984, 96; Jiménez 1989, 283–291), se trata de una «mampostería islámica toledana que aparece en la torre alminar del viejo templo de San Andrés de Toledo, en el interior de la puerta de Alcántara y en el extremo exterior del puente de este nombre». La altura de las hiladas sería

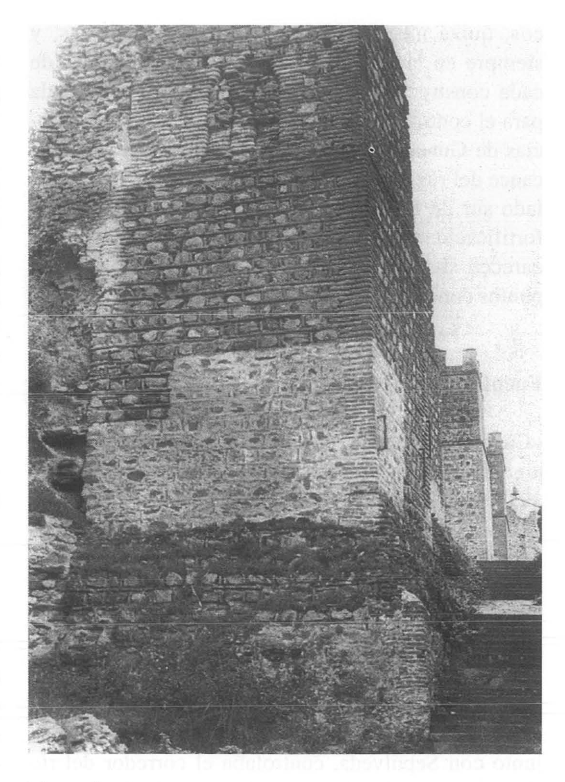


Figura 4
Buitrago de Lozoya (Madrid). Fábricas de mampostería encintada en el recinto murado

la misma, en torno a 28/30 cms, con lo que la mampostería podría fecharse, en Peñafora, entre los últimos años del siglo X y principios del XI. Desde el punto de vista arqueológico, sobre la época en la que se construyen, (o reconstruyen), caben algunas dudas.[12] También indica Pavón que es el «cloisonné bizantino que se ve en otras fortalezas toledanas y en las alcazabas de Málaga y Almería» (Pavón 1999, 134). Pero los ejemplos toledanos carecen de tabicas verticales, y los andaluces muestran poca fiabilidad, por lo que serían igualmente discutibles: si seguimos estrictamente nuestro sistema taxonómico, serían todos ellos ejemplos inválidos.

Iglesia de Santa María Vélez-Málaga.[13] El aparejo citado forma parte del basamento, visible hasta cierta altura y al exterior de la iglesia de Santa María, en la localidad de Vélez-Málaga. Presentan el aspecto de obra antigua, no tocada. Dominan la población y se encuentran en asociación del recinto fortificado. Es claro ejemplo, a nuestro modo de ver, de fechado previo a la construcción sin tabicas verticales, general en el resto de los muros de la iglesia. Sobre este interesante edificio existen pocas noticias. En lo poco que hemos manejado, (VV.AA. 1985, 237), se habla de las armaduras de madera del interior, y del buen retablo. En otros lugares se cita la existencia de una mezquita previa, (Pérez Torres, 2004, 29–34), que habría prestado su traza y sus basamentos al edificio actual, ya de inicios del XVI, consagrado como Santa María de la Encarnación, luego Santa María la Mayor.[14] Pero carecemos de constancia documental o arqueológica alguna, que sepamos. Sería muy interesante el estudio detenido de este lugar, ya que se trata del único localizado en el sur de la península, hasta este momento, y del único que permitiría además, fechar parte de los tapiales asociados.

También existen unos restos de dudosa conservación, en una tapia de la calle del Arroyo de la Molineta, o de S. Francisco, entre los números 13–15, de esa misma localidad. No nos atrevemos a incluirlos entre los ejemplos «seguros», aunque probablemente pudiese hacerse.

Casos dudosos, rechazables, por unos u otros motivos. (Zamora 1993, 111)

Torre del Salvador (Segovia).[15] La parte baja de la torre presenta grandes sillares de granito, de tipo romano, evidentemente reaprovechados, así como otros tipos de aparejos distribuidos en franjas, hasta el punto de que hacen dudar de la sincronía del conjunto de la torre. Las hiladas que nos ocupan están situadas en la separación de materiales de los dos cuerpos de la torre. Está bien construido, pudiendo interpretarse como remate del cuerpo inferior y preparación para recibir el superior, quizá marcando dos etapas en el levantamiento del conjunto. La piedra parece bien tallada, recordando al ejemplo de Escalona, y el ladrillo, por tanto se adapta bien a sus caras. El hecho de que no se encuentre en la zona más baja, junto con el uso de la piedra bien escuadrada, podría indicar que estamos ante un ejemplo no comparable a los otros. Comparable tipológicamente, pero no desde el punto de vista cronológico. No es claro, al menos.

Alcazaba de Almería.[16] Tenemos conocimiento de otro ejemplo similar en un cuerpo de guardia, al final del acceso septentrional a palacio, y en el área de servicios de la alcazaba de Almería. (Pavón 1999, 98–99).[17] Pero la verdad es que no se trata de ejemplos iguales a los vistos.

Alcazaba de Málaga:[18] «cabe citar como del siglo XI . . . la primitiva de la Alcazaba de Málaga, fortaleza que remodelaron . . . resulta muy aleccionador que las mamposterías de la alcazaba tengan doble o sencilla verdugada de ladrillo y ladrillos puestos de pie y de canto entre las piedras del mampuesto, lo que los franceses han venido a llamar cloisonné. Estas mamposterías se dieron ya en el Bajo Imperio romano y se las ve aún en torres de la muralla bizantina de Nicea; son idénticas a otras de la alcazaba de Almería en su segundo recinto y tendremos la oportunidad de seguir detectándolas en la comarca toledana de una parte y de otra en la arquitectura bizantina de iglesias tardías griegas y en la Turquía oriental, de dominación islámica» (Pavón 1999, 24).

Por nuestra parte, hemos recorrido la alcazaba,[19] tratando de confirmar el texto transcrito, sin lograrlo. El aspecto de la fortificación es el de un enorme conjunto de reformas, con varias zonas en las que ha podido existir el aparejo que buscamos. No obstante, no puede asegurase que no estemos ante otras «restauraciones» de las muchas que allí se han ido mezclando. Únicamente es afirmable la generalizada presencia del ladrillo, y la de hiladas de similar altura, si bien sin tabicas verticales, como decimos. Y los pocos ca-

sos en los que podría haberlas son muy poco seguros, participando de un conjunto enormemente rehecho, que no puede usarse, a nuestro entender, si no es como revelador de un «ambiente constructivo», en el que se usa el ladrillo de estas formas.

Castillo de Cogolludo (Guadalajara). Tropezamos en este caso, como en otros, con la falta de noticias sobre los orígenes de la fortificación, cuya primera cita es ya de 1100. (Pavón 1984, 116). En su zona central aparece un torreón, de planta cuadrangular y defectuosa conservación. La irregularidad en la disposición de los ladrillos y en el tamaño de la piedra, así como la falta de tabicas verticales, son extremos que alejan el ejemplo del resto de los presentados. La cúpula es baída, de ladrillo, cónica. (Pavón 1984, Pavón 1999, 558). Pero ha de tratarse de una torre posterior, plenamente mudéjar, muy probablemente.[20] Ha sido fechada en época califal, aunque sin indicaciones de otros argumentos.[21]

Castillo de Consuegra (Toledo) (Zamora 1993, 503). En el castillo existen algunas zonas en las que puede observarse un aparejo similar, que aquí presenta un claro aspecto de irregularidad. Quizá fue sistema usado para acoplar los basamentos de los nuevos muros a las irregularidades de la roca. La extensión de los restos, en cualquier caso, impide muchas otras precisiones.

Castillo de Escalona (Toledo) (Cooper 1991, 1675). Como en otras ocasiones, no existe constancia documental de los orígenes del castillo. Las primeras noticias escritas hacen referencia a unos alcaides, ya en 1123, 1130 y 1136. (Malalana [1083–1400] 1987, 61 y 73). Esta mampostería forra el núcleo, de fuerte calicanto, en grandes torres albarranas. Se sitúa generalmente en las zonas bajas de los paramentos, aunque no siempre, rodeado por otros tipos de construcciones, con o sin ladrillo. (Zamora 1993, 504–506). A veces parece sistema usado en reparaciones, sobre paños construidos enteramente, o casi, en ladrillo, tanto en las albarranas como en el muro. (Pavón 1999, 255, 258–259). La piedra de Escalona es bastante irregular, (a veces triangular, a veces trapezoidal). Se incluyen también grandes cantos rodados. Igualmente, la altura de las hiladas es mayor aquí que en otros casos. Todo ello aleja este caso de nuestro modelo taxonómico.

Castillo de Alcalá de Guadaira (Sevilla). Pavón no lo cita en su texto, pero sí lo fotografía. (Pavón 1984, 686).[22] Es un resto, en el castillo de esa localidad. Realmente se trata de una pequeña zona, hoy restaurada, que se sitúa sobre el acceso a una torre, a su vez sobre el adarve. Es decoración aplicada al muro, entre tapiales, de la que quedan solamente unas hiladas, quizá para llenar el campo delimitado por las juntas de estos tapiales adyacentes, que vendrían a cumplir el papel del inexistente alfiz, sobre el citado portillo de acceso a la torre. Entendemos que es difícil determinar qué zona o zonas son las antiguas, y su conexión con el resto de paramento, debido a una «restauración» que lo unifica.[23] En el estado actual sería ejemplo comparable tipológicamente. Se incluye aquí a partir de antiguas fotografías.[24] No vimos otros casos, en el resto de los muros de la alcazaba, ni en sus muy interesantes excavaciones.

Fuera de España

Basilio Pavón (1999, 604–613)[25] cita otros varios casos, si bien debe tenerse en cuenta que los dibujos no responden exactamente a ese tipo, que se mezclan las procedencias y que se aportan todos juntos varios ejemplos de encintados de diversas alturas y construidos por varios sistemas, así como casos en los que las tabicas verticales no existen. La introducción del tipo sería por bizantinos, al final del Bajo Imperio. Los centros españoles serían Almería y Málaga, Badajoz y sobre todo, Toledo. Los dos primeros con probable origen tardorromano o bizantino, probablemente venido de África, donde se situaría el conjunto de Ceuta-Alcazáseguer (Pavón 1999, 518 y 611). Pero en estos lugares no parece haber tampoco tabicas verticales. Además, serían casos del XII–XIII (Pavón 1999, 148 y 518). Han de ser ejemplos que también hemos de desechar, seguramente posteriores a lo visto.

En general, podemos indicar que hemos visto este aparejo en monasterios fortificados «orientales» desde el siglo X en adelante, con torres y muros almenados, en un complejo y rico entorno decorativo (Saghoumian 1980, 22). Entre otros varios casos destaca uno, que citamos a modo de ejemplo: Sanahin[26] (Armenia, Pequeño Cáucaso), a poca distancia al norte del lago Sevan. Otro caso importante sería el de Santa Sofía, en Kiev. Una pequeña zona dejada sin enfoscar, al exterior, permite observar la fábrica que subyace a los yesos. Allí se fecha a principios del XI (1017–31), (Zinkewych 1993). Es de destacar la im-

portancia del edificio, catedral de la primera capital de las Rusias, ya en el IX (Levitsky 1980, 30).

A partir de la bibliografía y de las respectivas reproducciones fotográficas, si bien sin haberlos visto personalmente, podemos citar otros casos, como el de la localidad de Satchino, en el palacio fortaleza de la reina Darédjane, (Djanberidze y Matchabeli 1981, lám. 50–51), o del castillo de Narikala. (Djanberidze y Matchabeli 1981, lám. 52–53). Hay otros casos en Grecia entre el extremo norte del golfo de Salónica y la frontera con Albania. Se citan Castoria Anargyroi, del primer tercio del XI, Castoria Kubilidike, de hacia el 900, y Santa Catalina de Salónica, quizá algo más tardía, ya de fines del XIII (Krautheimer 1996, 391 y 500).

Sobre las fechas de este aparejo, en España existen varias posibilidades, si bien ninguna parece realmente concluyente:

a) De época de Muhammad I, fundador de Madrid, de Peñafora y de Talamanca, entre otras plazas, como parte de su trabajo para fortificar toda esta zona de la frontera. Nuestra mampostería puede datarse paralelamente a la obra de fundación del castillo de Peñafora, aproximadamente en los mismos años que Zorita, hacia el 855. Si no es así, pueden deberse a una reforma posterior, quizá de Abd Ar-Rahman III.
b) Quizá de la época de Abd Ar-Rahman III. Después de Alhandega renuncia dirigir nuevas aceifas, y fortifica y refuerza la zona.[27]
c) Existe la posibilidad de que la batalla de La Spina o de Candespina, (1110, entre Alfonso I y Urraca),[28] pueda situarse cerca de Fresno de Cantespino, y que acabase con la destrucción del castillo de esa localidad, cuyos restos de aparejo (de este tipo) por tanto, serían anteriores a esa fecha.
d) Resto de edificaciones levantada con estos mampuestos, cortados y reaprovechados para apoyar la iglesia románica de San Miguel, en la Plaza Mayor de Ayllón. En cuanto al castillo, la primera referencia, que sepamos, se localiza en el verso 398 del «Poema de Mío Cid», (primer destierro), hacia el 1081, donde se afirma que «las torres» estaban en poder de moros. (Michael 1976, 106–108). Es decir que los muros construidos con la repetidamente citada mampostería estarían ya levantados en esa fecha. Y ello si es que no tiene razón Menéndez Pidal, y debe reordenarse esos versos y leerse Atienza.[29]
e) Restos de buena parte de la cerca de Buitrago, (Zamora 1993),[30] ampliados el XII–XIII. De esa reforma forma parte la actual entrada en codo entonces añadida (Pavón 1999, 407).[31] La antigua, la construida con la mampostería encintada a la que hacemos referencia, era una simple entrada recta, como en otros casos. Es anterior a las reformas, evidentemente.

San Miguel de Ayllón y Fresno de Cantespino parecen los casos más seguros para datar este aparejo.[32] Sin embargo en Ayllón tampoco la iglesia de San Miguel puede fecharse con la suficiente precisión, debiéndonos conformar con el apelativo de «prerrománicos» para los restos de la mampostería encintada. Si «Spinaz del can» es Fresno de Cantespino, y la batalla se hizo allí, y el castillo se destruyó y no se volvió a edificar, estaríamos ante una fortificación previa al 1110. Pero tal vez sean demasiadas condiciones.

TAPIALES

No se encuentra muy extendida la construcción de tapias de tierra en los castillos y murallas segovianas, aunque al referirnos a esta clase de construcción nos ciñamos exclusivamente a la descripción de aquellas fábricas de tierra, ya sea cruda o ligeramente mejorada, construidas mediante el procedimiento tradicional de compactación de tierra por tongadas con la ayuda de un cajón de madera y un pisón, obviando la inclusión en este grupo de otras fábricas de argamasa y piedra u otras de vertido en molde, pues las hay muy variadas. La técnica tradicional del tapial se basa en la compactación de la tierra mediante su apisonado de forma manual. Para ello se utiliza un encofrado desmontable de madera (cajón) compuesto por dos frentes (puertas del tapial), dos tableros laterales (fronteras) y dos o más cercos de madera, compuestos por piezas horizontales pasantes (agujas) y de acodalamiento (codales), y piezas verticales (costales) que se ajustan mediante uno o varios tensores (garrotes) (Hoz, Maldonado y Vela 2003). Esta técnica es de uso muy arraigado en la Península Ibérica, como lo demuestra su presencia abundante en innu-

merables comarcas de Aragón (valle del Ebro, Teruel), de Castilla la Nueva, de Extremadura y Portugal (especialmente el Alentejo), o de Andalucía. Su empleo en la arquitectura hispanomusulmana se encuentra muy bien documentado, sobre todo después del milenio, y son muchos los ejemplos conocidos en el área de la llamada «marca media», como podemos ver en el alcázar de Guadalajara, en las murallas de Talamanca de Jarama (Madrid), sobre la que después nos extenderemos, o en el castillo de Mora (Toledo), entre otras muchas localizaciones. Particularmente en Segovia hemos podido encontrar fábricas compactadas de tierra cruda al menos en cuatro localizaciones: Ayllón, Castilnovo, Laguna de Contreras y Turégano. Además hemos de referirnos, siquiera brevemente, a dos ejemplos próximos (Haza, en Burgos, y la ya citada Talamanca de Jarama, en Madrid) que, aunque hoy no formen parte de la provincia de Segovia, si estuvieron ligadas a su demarcación histórica.

El castillo de Ayllón

Las construcciones en tierra de las fortificaciones del Castillo de Ayllón se circunscriben a la parte alta del cerro. Las otras, las que todavía vemos hoy rodeando a la población actual, fueron construidas con mampostería bajomedieval y no serán, por tanto, objeto de estas líneas. Todo el conjunto forma parte de la fortificación del Cerro de la Martina, o del Castillo, que corona a la población actual. Los restos de habitación en ese cerro son fechables desde fines del Hierro I a momentos inmediatamente anteriores a la conquista romana, de la que no hemos localizado vestigios. Quizá a fines del X, o comienzos del XI, se vuelve a ocupar el cerro, construyéndose seguramente las fortificaciones cuyos restos vemos hoy y que uno de nosotros ha tenido ocasión de estudiar con alguna profundidad (Zamora 1993).

Los «Paredones» o «Praderones» son los restos de mayor altura de toda la muralla de Ayllón, juntamente con la torre de La Martina. Son las ruinas de las fortificaciones que protegían el flanco norte del Cerro. Los primeros restos claramente visibles de estos tapiales comienzan cerca (a 12 m) del punto en que se separan las defensas del recinto alto de las del bajo; las del bajo fueron adosadas a la cara exterior de las del alto, tal como se ve sobre el terreno. Desde ese punto, hacia el sureste, encontramos algunos de los escasos restos de cubos de todo el recinto (cuatro en esta zona y otros cinco en el frente Oeste del recinto alto). Los cubos tienen planta cuadrangular. Fueron adosados a los muros y carecen de acceso a su través. Los numeramos siguiendo el orden general de la descripción, es decir, de Oeste a Este o izquierda a derecha. Entre los números 1 y 2, y también entre el 2 y el 3, se aprecian unas estructuras complejas, verticales, que parecen indicar que el tapial se levantó en un momento diferente al del resto del muro. Ocupan toda la altura de la pared, a modo de restos de otros cubos de los que ya hoy no quedase nada. De todos modos, la distancia entre estos restos y los cubos actualmente visibles hace innecesaria la presencia de nuevas torres, lo que permite descartar esa explicación. Más bien parecen estratos embolsados, a veces huecos rellenos, como el existente a 4,30 m al norte del cubo 2, que contribuyen a complicar extraordinariamente la estructura general del muro. Nos inclinamos por entenderlas como reparaciones realizadas en varios momentos, más que huellas del levantamiento inicial de esos muros.

En general, las defensas están formadas por tierra batida, mezclada con restos de fauna y cerámicas celtibéricas y medievales, dispuestas en sucesivas tongadas, cuyo grueso es de unos 7 cm, variando hasta los 3 cm, en algunas zonas. A veces es posible ver delgados restos de cal, separando esas tongadas de tapial; resulta difícil, no obstante, asegurar que no se trata de concreciones de carbonatos. Podrían responder al usual sistema, según el cual la tierra se amasa con agua de cal, por ejemplo, o que esa cal se aplicase en delgadas capas, entre tongada y tongada. Tal es la afirmación de Pelayo Artigas (1932, 29).

Los frentes de los cubos se levantan hacia un pequeño vallejo, que desaguaba en el Aguisejo y que muestra huellas de erosión reciente. En el lateral izquierdo de ese vallejo pueden observarse algunos perfiles que podrían responder a la mano del hombre, quizá como huellas de un posible ensanche. Es posible que se tratase de obtener más profundidad, rebajando el fondo del desagüe existente, en su día. Hoy, el fondo de ese desagüe es prácticamente plano, aterrazado. La pequeña ladera se encuentra cubierta de vegetación, y soporta los vertidos de los campos adyacentes, por lo que cualquier afirmación taxativa, en el sentido propuesto, resultaría muy aventurada. No creemos que pueda hablarse de foso, como hace Pelayo Artigas (1932, 29). Por lo menos,

no sólo no se ven escarpa o contraescarpa alguna, sino que es posible dudar de que los desniveles observables respondan a obras de mayor envergadura, ya aterrazadas.

Los careados de este núcleo de tapial, el externo al menos (los interiores se encuentran ocultos por el aterrazamiento del Castillo) y en su mayoría, fueron rematados con las huellas del simple encofrado de tablas, sistema que ofrece una muy considerable protección al cuerpo del muro. Los basamentos o las zonas más bajas, estuvieron cubiertos, a veces, con piedra irregular, aproximadamente rectangular, situada en hiladas horizontales, bastante irregularmente trazadas, como puede verse en el cubo nº 2. Es de hacer notar cómo existen restos de estas mamposterías irregulares en las partes bajas de algunas de las estructuras apreciables en los tapiales, entre los cubos 1 y 2 y entre el 2 y el 3, y cómo esas estructuras se coronan con zonas de menor altura que el resto (5,70 m y 6,30 m, respectivamente).

Parece muy probable que una buena parte, al menos, de Los Paredones estuviese cubierta con piedra distribuida en franjas horizontales, como es posible ver todavía en un único lugar, antes del primer resto de cubo, Cubo 1, y en el tercio superior del muro. Se trata de una hilada de piedra grande, lajas dispuestas verticalmente sobre y bajo ladrillo, constituyendo una mampostería encintada, si bien su interpretación no deja de ser confusa, ya que esos escasos restos están embutidos en el tapial. En otros lugares se ve un acabado ejecutado mediante el simple enlucido de la superficie externa del cajón, que deja ver las huellas del encofrado, a modo de los comunes tarjetones a los que, en este caso, faltarían los machones adarajados, de ladrillo, de multitud de otros muros. Esos tarjetones fueron separados a veces, por hiladas de ladrillo, tal y como puede verse entre los cubos 2 y 3, en el cuarto superior del muro.

También pueden verse numerosos restos de las agujas de madera empleadas que han quedado embutidas en los mechinales. Estos mechinales se distribuyen en franjas horizontales, repartidos como es natural a intervalos regulares. En el tramo más alto, el situado entre el primer cubo y el comienzo de la obra elevada, siguiendo el sentido general de nuestra descripción, es decir de Oeste a Este, se pueden localizar hasta nueve de estas estratificaciones horizontales, siempre regularmente dispuestas.

El conjunto está, en algunos lugares, bastante alterado. Las huellas del careado han desaparecido, lavadas por la erosión, o bien ocultas por los productos de ese lavado, que dan la impresión de cubrir el conjunto con sus formas redondeadas, en lento escurrir desde las zonas más altas. En otras zonas aparecen huellas de picos y vaciados más o menos importantes, del grueso de los muros, sin duda efectuados con ánimo de obtener tierra, al igual que sobre algunos de los cubos, prácticamente reducidos hasta las cimentaciones.

Cerca de la primera torre, (a 4,50 m al Oeste), y bajo todo el muro, hay una perforación, de la que Pelayo Artigas dice que es conocida como «La Boca del Lobo», (Artigas 1932, 105), que comunica con el interior del recinto alto por una rampa de unos 10 m. Efectivamente, tal perforación existe, si bien de menor longitud, (unos 7 m), y de 2,20 m de altura en la boca externa. En su interior se aprecian claramente las tongadas de tierra, perfectamente superpuestas. Presenta notable interés, pues permite la identificación de dos muros, cuyos gruesos son de 2,60 el interior, y de 2,50 m el externo, adosados y separados por una pequeña llaga hueca, de 3–4 cm. La fortificación posee pues, en esta zona, dos muros adosados, (o uno doble), con un grueso de más de 5 metros, hecho que también es constatable en el comienzo de la zona elevada de estos Paredones. El aspecto general es el de un hueco abierto en el muro por buscadores de tesoros, o para facilitar el acceso al interior. No obstante, existe un cambio en el color de la cara externa del tapial, grisáceo en la zona levantada (de 1,50 m de anchura), y más rojizo en el resto de la pared, a ambos lados. Estas huellas de diferentes colores, así como el hecho de que la perforación alcance una medida exacta (1,50 m), son indicios que permiten afirmar que este paso se ha abierto aprovechando alguna zona claramente identificable de la obra antigua, sea porque allí hubiese algún portillo, o por otros motivos, como fallos en la construcción, o producto de erosiones más o menos intencionadas. Algo había allí, en cualquier caso, diferente al resto del muro. A falta de una buena limpieza de la zona, carecemos de datos suficientes como para afirmar que este paso es antiguo, o bien que fuese intencionadamente construido por los ocupantes del Castillo. Es posible encontrar accesos similares en otras fortificaciones, sean pasos o desagües, realizados o ensanchados de modo que faciliten la comunicación con el interior. En cualquier caso, no se ven allí datos hoy

día, al menos, para afirmar tal uso antiguo. Han de estar bajo la tierra, que casi llena el paso.

Delante de la zona de contacto entre ambos recintos (a 24,5 m en dirección Noroeste) es posible identificar una bodega, y los restos de otra, muy destruida, probablemente. Es junto a esos restos y sirviéndoles de apoyo en donde pueden verse, semienterradas, nuevas tongadas de tapial. Deben formar parte de alguna estructura que desconocemos, pero que bien podría ser una puerta. De todos modos sería necesaria una excavación en este lugar para poder determinarlo con precisión. La zona está bastante alterada por trabajos modernos, como el desmonte de un camino que corta varios vertidos de basuras, con lo que el aspecto general es de difícil interpretación, en estos momentos.

Resta indicar que la altura máxima, en este interesante conjunto de tapiales, es de 10,30 m, cerca del Cubo 1. En esa misma zona, unos restos de cales, en la parte superior, permiten medir un grueso de 2,50 m, a los que habría que sumar los 2,60 m del muro interno que se ve en la «Boca del Lobo», y que no llegan a asomar al exterior, en esa parte superior del tapial. Parecidos vestigios de cales permiten medir un grueso de 3 m en el extremo Este de la construcción, cerca del Cubo 4, y sobre él. Si seguimos hacia el sureste, una vez sobrepasado este cubo que hemos denominado como 4, veremos como va disminuyendo la altura de los restos, hasta casi desaparecer por completo en el interior del terreno. La presencia de los muros queda definida, aunque no sean visibles, por la divisoria de aguas apreciable en la zona. Al sur del acceso rodado, y a unos 75 m, pudimos limpiar los restos, ya descubiertos a nuestra llegada, de un portillo, en el extremo Este de un lienzo de la muralla. El lateral Este del paso está formado por tongadas de tapial, como las ya vistas en Los Paredones. Actualmente miden un largo mínimo de 4,40 m, mantienen una orientación de 315° y una considerable altura, de cerca de 2 metros. Si bien sería necesaria una mayor limpieza para determinar el ancho y la disposición exacta de estos tapiales, es posible indicar que presentan el interés de denunciar una zona en mejor estado de conservación que otras.

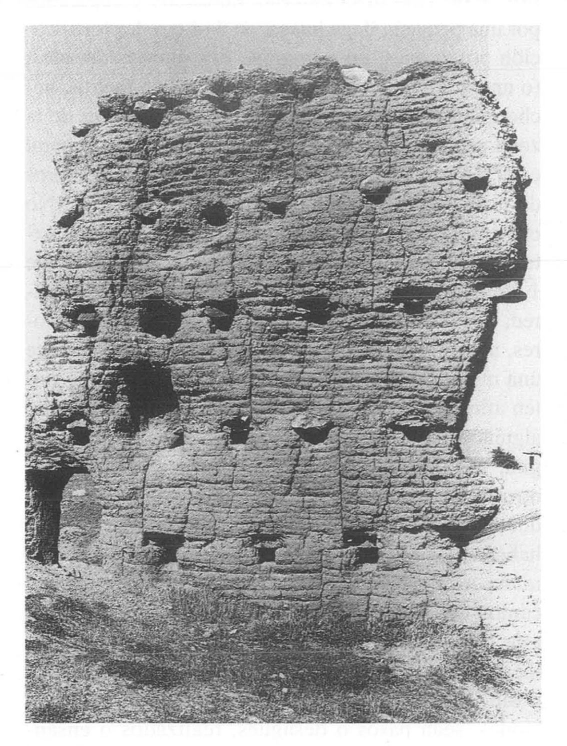


Figura 5
Ayllón (Segovia). Restos de fábricas de tapial en el castillo

El castillo de Castilnovo

Vera y Villalpando recogen el posible origen musulmán del conjunto, descrito como de Galofre, o Castilnovo, «emplazado como a una legua y media de Sepúlveda, siguiendo la marcha hacia la capital de la provincia, escondido entre encinas centenarias y altísimos chopos, se encuentra este bien conservado reducto, de tan añeja historia que su origen pretende remontarse a los primeros tiempos de la invasión muslímica, haciendo con ello responsable de su erección, el 755, al rey moro de Sepúlveda Abderrahmán, a raíz de apoderarse de aquella villa. La tradición segoviana le hace pertenecer a Fernán García de la Torre, uno de los fundadores de nuestros linajes» (Vera y Villalpando 1956, 41).

El castillo de Laguna de Contreras

Estudiado por Ruiz Hernando (1975) conserva este castillo-palacio los restos de un muro con almenas

perforadas verticalmente y de una capilla de testero plano y tapiales bajomedievales, todo en la parte baja de la población. El conjunto, que podría fecharse en el XIV, o quizá en el XIII, se encuentra muy degradado, observándose reformas y arreglos. Las alineaciones del caserío de la zona adyacente indican persistentemente la existencia del primitivo núcleo.

El castillo de Turégano

El conjunto fortificado del castillo de Turégano está constituido por el castillo propiamente dicho, que incluye en su cerca interna a la iglesia de San Miguel, de modo que desde el Renacimiento se configura la ya clásica imagen de esta fortaleza. La cerca exterior está muy próxima al recinto interno por el lado meridional, que es el más escarpado y que domina la localidad. Por el lado norte está separado del recinto interno por un foso. Esta cerca, que algunos han identificado, ignoramos con qué bases, con un castro prerromano, estuvo formada por torres de planta cuadrada o rectangular, tapiales unidos entre sí por lienzos rectos de muralla. Las torres se han conservado parcialmente mientras las cortinas casi han desaparecido por completo.

El castillo —al que no prestaremos mayor atención en este trabajo— constituye un ejemplo extraordinario de fortificación. Citado por Quadrado (1865), Vergara (1893) o Lampérez (1904), entre otros, ha sido estudiado por Juan de Vera y Manuela Villalpando (1956), por Ruiz Hernando (1975) y, muy concienzudamente, por Centeno Roldán (1957), que expone en su trabajo las principales fases de edificación del mismo: construcción de la iglesia (1), transformación en casa-fuerte (2), edificación de la fortaleza (3) y perfeccionamiento y ornamentación (4). La cronología propuesta abarcaría desde finales del siglo XII para la iglesia hasta el siglo XVI para las obras de fortificación, que en su mayor parte deben de ser de época del obispo Juan Arias Dávila (siglo XV). En todo caso, de las características y vicisitudes históricas del castillo existen, como vemos, referencias numerosas, pero la cerca exterior, sin duda

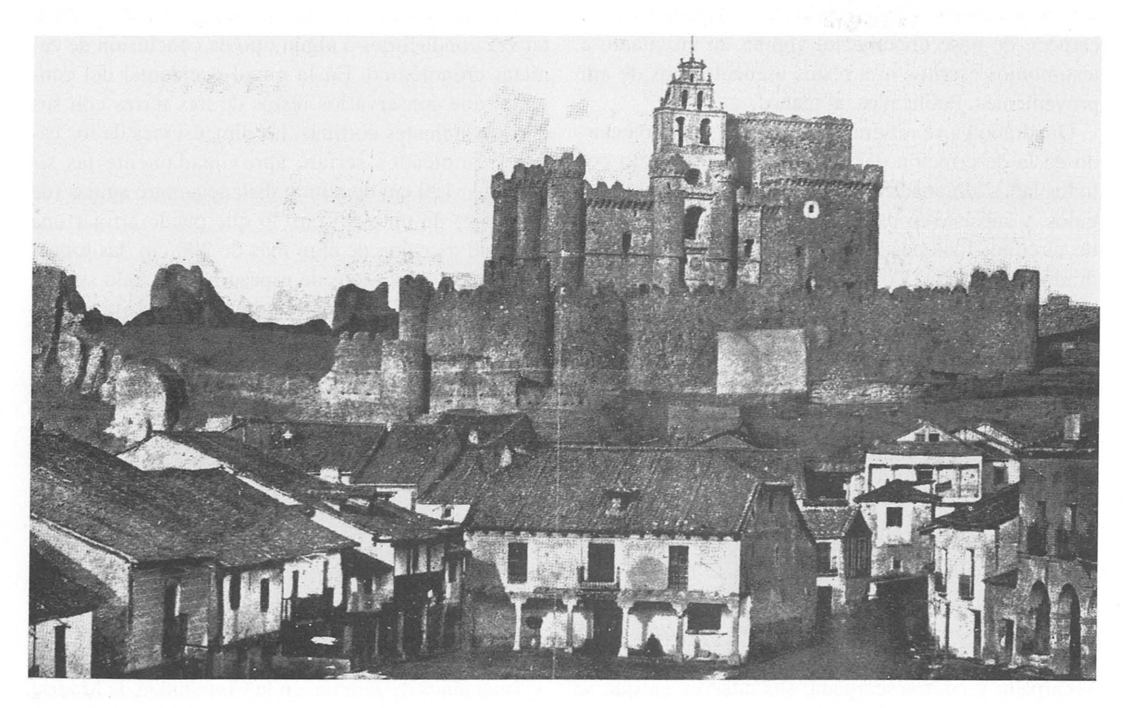


Figura 6
Turégano (Segovia). El castillo, en una fotografía de principios del siglo XX

más antigua, ha sido muy poco estudiada. Sus paramentos de tierra apisonada que, con los del castillo de Ayllón, constituyen uno de los escasos ejemplos de fortificación de tapial de tierra en la provincia de Segovia nos han animado a realizar un estudio preliminar de campo y a recoger algunas referencias en estas páginas. Esta línea de fortificación se encuentra arruinada en su mayor parte, siendo sus restos de mayor envergadura en el lado occidental del conjunto. Algunos autores se han referido a esta parte del conjunto fortificado, insistiendo en el posible origen altomedieval de la misma. Centeno señala que «el origen de la primera fortificación es anterior al mismo Fernán González. Sobre la breve cuesta que domina la población, hay una extensa corona de torres y murallas, en su mayor parte derruidas, pero con atuendos suficientes para servir de testigos, que nos hablan de muchos siglos atrás. Indudablemente resulta cierta la tradición del castrum, primero ibérico (sic), después romano. La disposición de estas primeras murallas parece indicar que cercan un cerro saliente, en cuya prominencia hubo algo, quizá el primitivo castillo» (Centeno Roldán 1974, 36). Entendemos que estas afirmaciones, con ser posibles, incluso lógicas, carecen de base documental alguna, ni en cuanto a testimonios escritos ni a restos arqueológicos de allí provenientes. Publicados, al menos.

Quadrado ya se refiere a este recinto externo cuando en la descripción del castillo indica: «Cíñelo por todos lados almenada barbacana con cubos en los ángulos, y subsiste en parte otra exterior de más dilatado circuito, flanqueada de numerosas torres» (Quadrado 1865, 491). Colorado señala que «existe aún, procedente de épocas remotas, más o menos abandonado y contorneando el cerro que domina la población, un recinto amurallado, flanqueado de trecho en trecho de cuadradas torres a modo de machones o contrafuertes que permiten cruzar los tiros de la defensa y servían de reducto de seguridad ante un sitiador que se hubiera apoderado de la cortina, o trozo rectilíneo de adarve, entre dos torres consecutivas, las cuales se vestían en caso de guerra o alarma con andamios, cadahalsos o plataformas de madera para aumentar el espacio ocupable por los saeteros . . . Este proceso se observa aquí . . . con su trazado irregular del castillo interior, con su cuadrada torre, su escarpada y contraescarpada, sus adarves en que se ven aún los mechinales para colocar los andamios» (Colorado y Laca s/f, 10).

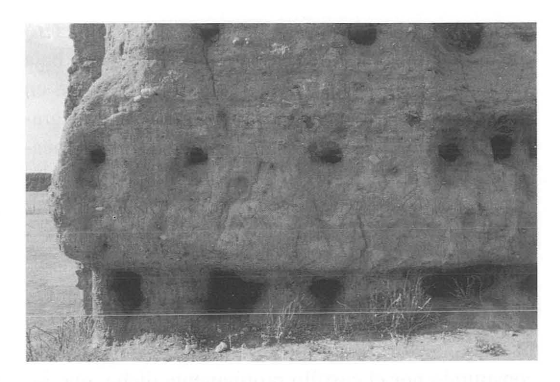


Figura 7
Turégano (Segovia). Restos de fábricas de tapial en el lado occidental del conjunto

Se conservan restos de lienzos de tapia de tierra sobre todo en los lados meridional y occidental del recinto exterior. Aunque a primera vista podrían parecer todos de la misma época, se observan algunas diferencias que, cuando se hayan efectuado los necesarios trabajos de caracterización y ensayo, pueden tal vez conducirnos a algún tipo de conclusión de carácter cronológico. En la mitad occidental del conjunto, que conserva los restos de tres torres con sus correspondientes cortinas, las dimensiones de los cajones empleados serían, aproximadamente las siguientes: 120 cm de altura; distancia entre agujas (de eje a eje) de unos 90 cm, lo que puede arrojar una longitud de cajón de algo más de 200 cm; las tongadas son de unos 8 cm de espesor. En el lado sur del conjunto se conserva parte de un lienzo de tapia mejorada con cal, de medidas semejantes a las descritas pero de apariencia bien distinta en cuanto a color, textura y compactación de la tierra empleada.

Otras localizaciones próximas de interés: Haza (Burgos) y Talamanca de Jarama (Madrid)

Fuera de la actual provincia de Segovia, pero en sus proximidades, hemos tenido ocasión de estudiar algunos ejemplos de construcción militar con tapial de alto interés: Aza, o Haza, de la provincia de Burgos, y Talamanca de Jarama, en la Comunidad de Madrid.

Estudiada por Torres Balbás (1954 y 1960), los cronistas musulmanes hablan de «Talmanka» como

de una fortaleza construida por el emir Muhammad I para defender Toledo, que debió ser levantada antes del 860; según parece el «hisn» de Talamanca, como el de Madrid, fue fundado por gentes de frontera. (Mazzoli-Guintard 2000, 243). En los siglos X y XI en este estratégico enclave, que garantizaba las comunicaciones entre las dos Mesetas a través del puerto de Somosierra, se desarrolló un núcleo urbano del tipo «ciudad-puente», (Mazzoli-Guitard 2000, 72), creciendo en el exterior de un meandro del río Jarama una ciudad sin función administrativa, pero amurallada (con dos puertas de acceso), que conoció una célebre escuela de Derecho y de erudición, citada con las de Córdoba y Toledo, entre las de mayor crédito (Torres Balbás 1960, 242).

Aunque es difícil de datar por su mal estado de conservación, el recinto murado presenta fábricas de distintas épocas. Las más modernas son, probablemente, las de los lados oriental y meridional, que muestran muchos aparejos de ladrillo relativamente bien identificables con recrecidos y reparaciones del tiempo del arzobispo Carrillo, (siglo XIV), como es el caso de la zona de la puerta de la Tostonera, al sur del conjunto. En cambio, en el lado occidental se conservan varios lienzos construidos con la técnica del tapial, que se yerguen en tierra cruda sobre zarpas escalonadas de clara filiación musulmana. Han sido restaurados en época reciente y, aunque de la fábrica primitiva apenas se conserva el núcleo, pueden ser descritos con cierta seguridad.

Por lo que respecta al conjunto amurallado de Haza y a su castillo, las primeras noticias se remontan a los primeros tiempos de la Reconquista, cuando los Condes de Castilla ensanchan los límites fronterizos desde el Arlanzón hacia el Sur, trasladando la frontera al Valle del Duero en el año 912 mediante la toma y repoblación de las plazas fuertes de Roa, Haza, Clunia, Osma y San Esteban de Gormaz. El conde Gonzalo Fernández padre de Fernán González, según se nos relata en los «Anales Castellanos» (Gómez Moreno 1917, 24), será el responsable de ésta primera repoblación condal (Martínez Díez 1983, 295; Cardiñanos 1987, 239), arrasada después por las campañas de Almanzor, y de esta manera se convertirá Haza en el punto más avanzado de los cristianos en el valle del Duero a comienzos del siglo X. Desde Haza, remontando el río, se llevará a cabo la repoblación de buena parte de este territorio, en los confines meridionales del Obispado de Burgos, desde mediados del siglo X y hasta comienzos del siglo XII, lo que dará lugar a la aparición de las Comunidades de Villa y Tierra. Aparecen citadas en las descripciones del Obispado de Burgos de 3 de noviembre de 1109, donde se señala que dicha diócesis alcanza hasta «Bozichellas» (hoy Boceguillas, Segovia) y «Septempublicam» (Sepúlveda), e incluye «Canatanazor, Murellum, Arganza, Mesella, Speia, Congosto, Buezo. . ., necnon trans fluvium Dorium, Castrum Maderolum, Bozichellas usque ad civitatem Septempublicam» (Martínez Díez 1983, 331). En el año 939 debió sufrir la villa de Haza una primera «razzia» por parte de Abd er-Rahmán III, que marchaba en retirada desde Simancas hacia San Esteban de Gormaz por la margen norte del Duero y que recibiría la solicitud de los musulmanes del distrito de Guadalajara, que

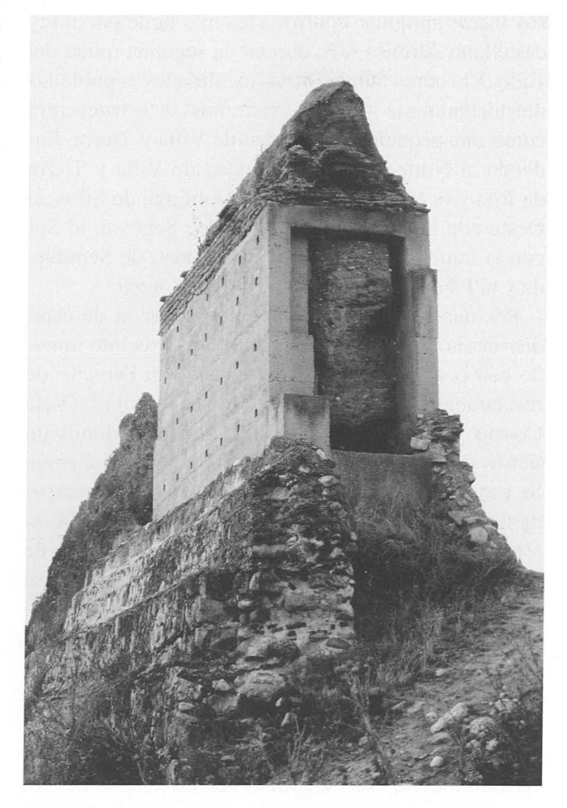


Figura 8
Talamanca de Jarama (Madrid). Restos de uno de los lienzos de tapial del área suroccidental del conjunto amurallado

se quejaban de los ataques de los politeístas del «Wadi Asah» (río Aza) y sus fortalezas. (Martínez Díez 1983, 296). No hay mayores noticias de incursiones musulmanas hasta las expediciones amiríes del año 977; debió caer Haza después de las campañas de Simancas y Roa del 983 y de Sepúlveda del 984 y, siguiendo a Martínez Díez, no parece probable que se mantuviese en manos cristianas después del 989, cuando caen Osma y Alcoba y, desde luego, nunca después del 994, año en que caen San Esteban y Clunia. En el siglo XI volvería Haza definitivamente a manos castellanas, cuando Sancho García, hacia el 1011, puebla el curso del Riaza, hasta Montejo y Maderuelo (Martínez Díez 1983, 298). Tras su segunda repoblación por los cristianos el lugar aparece poco citado. Despoblada como hemos visto por Almanzor y de nuevo recuperada en el siglo XI (como Peñafiel, Montejo, Maderuelo o Gormaz) por el conde Sancho Garcés (el que concede a Sepúlveda sus fueros antiguos, confirmados más tarde por el rey castellano Alfonso VI), durante la segunda mitad del siglo XI, como tantas otras localidades repobladas definitivamente por los cristianos se estructurará como una pequeña Comunidad de Villa y Tierra, lindando al Norte con la Comunidad de Villa y Tierra de Roa y la Merindad de Santo Domingo de Silos, al Oeste con la extensa Comunidad de Segovia, al Sur con la también muy extensa comunidad de Sepúlveda y al Este con la mucho menor de Montejo.

Por nuestra parte, hemos tenido ocasión de estudiar de modo preliminar el castillo y el recinto murado con ocasión de la redacción del Plan Director de restauración del conjunto histórico de la villa,[33] (Vela Cossío y García Valero 2002), encontrándonos un lienzo de tapial en el área suroccidental del mismo. Se trata de una tapia de tierra en el área más escarpada del amurallamiento. Sólo es visible por la cara interior, habiendo quedado doblada con un muro de mampostería por su cara externa. Los restos que se conservan fueron reaprovechados para la construcción de un edificio auxiliar de tipo agrícola, hoy arruinado. Muestra la tapia tierra muy poco seleccionada, habiéndose empleado una matriz arenosa (quizá acentuada por el lavado producido por la acción de los agentes climáticos) con abundantes gravas de tamaño medio. Los cajones tienen un tamaño de 110 cm de altura, con tongadas de compactación de entre 8 y 10 cm. La distancia entre agujas, de eje a eje, es de unos 85 cm. Debe destacarse la disposición, en las partes bajas del cajón, de mampuestos de piedra de mediano tamaño (entre 10 y 20 cm de altura, aunque irregulares) que sirven, en su caso, para facilitar la disposición de las agujas durante el montaje del cajón. En este trabajo de análisis histórico-arqueológico preliminar, en el que pudieron identificarse unos 15 tipos de aparejos distintos, se interpretó el tipo 13 (tapial) como el resto conservado más antiguo del conjunto amurallado, lo que nos remitiría a la posible reconstrucción (o quizá a la construcción misma de una verdadera muralla) llevada a cabo por los musulmanes con posterioridad a la recuperación de Aza, hacia 989. En todo caso se trata de apreciaciones iniciales, es decir, sin confirmación estricta y sujetas a nuevos estudios.

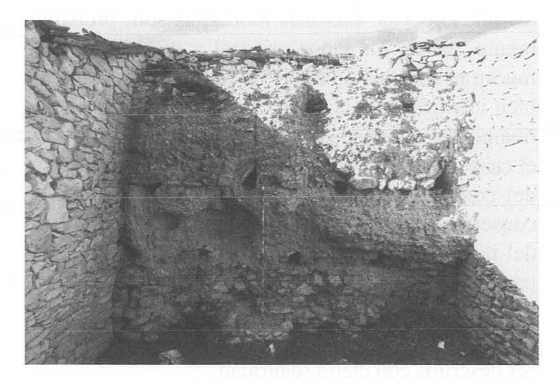


Figura 9
Aza (Burgos). Restos de construcción con tapial en el lado meridional del recinto amurallado

Consideraciones finales

Aún se pueden proponer otros tipos, como vimos en su día en la cerca sepulvedana, si bien parece de poca utilidad. Los citamos, puesto que pudimos individualizarlos, aunque parece bastante claro que no deben usarse realmente como tipos específicos sino como respuestas a necesidades concretas de rehabilitación de aquellos muros. Así: Tipo E: fechado por una inscripción, de 1063, en un cubo de la muralla. Interpretable como «cristiano». Sillares muy dispares, claramente reaprovechados, con escasa tendencia, aunque existe, a la horizontalidad. El conjunto es claramente

heterogéneo, completado con piedra de todos los tamaños y cales bastante disgregadas. Tipo F: reparaciones de varios momentos y entidades. De las tres identificadas, reseñamos solamente la primera y más antigua: F1: según el tamaño de la piedra: 1076–86 (Alfonso VI). Plaza Mayor.

Para concluir, y dejando constancia en estas líneas de la riqueza constructiva de la arquitectura militar de la Segovia prerrománica, queremos sólo resaltar el interés manifiesto de su posible estudio sistemático, quizá en una estrategia general de investigación que debiera incluir el levantamiento pormenorizado de los conjuntos citados así como el estudio exhaustivo de todos y cada uno de los elementos que los constituyen, trabajo que hemos iniciado en ésta y en otras aportaciones anteriores, pero que dista mucho de encontrarse concluido.

Notas

1. Excavaciones a cargo de D. Joaquín Barrio y de D. Ángel Fuentes, de la Universidad Autónoma de Madrid, a quienes agradecemos estas noticias. Que sepamos, han aparecido las notas siguientes: (Municio 1984–1988, Municio 1990, 295) (Barrio 2001, vol. 1, 329–340) (Fuentes, Barrio 1999, 441–450).
2. La muralla segoviana no se ha estudiado en profundidad. Es esencial el trabajo de Ruiz Hernando (1982).
3. Como tal conjunto, resultado de búsqueda sobre tipos taxonómicos, se aleja de los «sin tabicas verticales», así como de los varios similares relacionables con el románico de ladrillo, que han de ser posteriores. (Ruiz Hernando 1988). Por lo que a nuestra labor se refiere, se describe por primera vez en: (Martín, Tardío y Zamora 1990) y (Zamora 1994, 761–782).
4. Nomenclatura que también sigue Pavón, única aplicada hasta ahora al tipo, a partir del trabajo de Terrase (1969, 189–205).
5. Reproducimos los restos en: (Martín, Tardío y Zamora 1990, 229).
6. Durante los trabajos de excavación arqueológica en la iglesia de San Miguel de Ayllón, dirigidos por F. Vela Cossío (1994) se llevó a cabo el descubrimiento de varios paramentos cuyas fábricas muestran esta clase de mampostería encintada.
7. Reproducimos los restos en: (Zamora 1993, 506).
8. Caso inédito, que sepamos. Agradecemos a D. José Antonio Ruiz Hernando la reciente noticia.
9. ndica su existencia en Escalona, en Peñafora y en Consuegra. Es el único autor pues, junto a Pavón, que lo independiza y lo reconoce en otros lugares, si bien siempre al sur de la sierra y en construcciones de fechas que creemos dispares. De esas tres citas, solamente Peñafora sería claramente utilizable, a nuestro entender.
10. Agradecemos la noticia de la existencia de esta mampostería en Jadraque a D. Manuel Retuerce.
11. Reproduce algunas frases de una memoria de 1854, realizada por Basilio Sebastián Castellanos. Entre ellas, «es en la zona del acceso sur donde se encuentra un paramento de "el estilo de construcción árabe"». Sería importante la excavación de la zona y su pronta y adecuada consolidación.
12. Una buena puesta al día sobre la arqueología medieval de la provincia, en: (Olmo 2002, 467–500).
13. Caso de paramentos inéditos, que sepamos.
14. Agradecemos profundamente la ayuda de doña Purificación Ruiz en la localización de la bibliografía y en sus repetidas noticias sobre la población. (VV.AA. 1997, 59).
15. Tanto por su escasa extensión como por incluir piedra tallada, no parece oportuna su inclusión entre el resto de los casos.
16. Debemos agradecer a Lorenzo Cara su amabilidad, al acompañarnos por la fortificación y mostrarnos los aparejos citados. (Cara 1990, 201). Los aparejos no son exactamente iguales, por lo que caben dudas. Además, ha habido tal cantidad de reformas y de reconstrucciones que resulta difícil muchas veces distinguir entre obras nuevas y restos antiguos. En esas condiciones preferimos no incluir estos ejemplos entre los casos que llamamos «seguros». Tal vez la consulta de algún trabajo de orden general, sobre lo que allí ha ido aconteciendo, sea suficientemente reveladora: (Cara 2003, 13–22).
17. También en la página 405 indica cómo se puede ver la mampostería en el segundo recinto. La fecha en el XI, por comparación con las de la Alcazaba de Málaga.
18. Vid. Nota anterior. Se registran aquí parecidas circunstancias que en Almería.
19. Agradecemos profundamente la ayuda prestada por Fanny de Carranza, haciendo votos por el mejor futuro para el Museo.
20. Es la torre llamada 1 por Pavón (1984, 118). El ladrillo parece algo usado como sistema de reparación, de llenado de llagas, seguramente.
21. Aparece esa data en el pie de una fotografía de esta torre, fechando el muro, sin dudas, en época califal a partir del «muro encintado que lo forma» (Layna 1994, 92).
22. El pie de esa fotografía, fot. 1, indica que se trata de una obra del siglo XII. Aparece junto a Buitrago, Peñafora y Escalona.
23. De las seis hiladas que aparecen en las fotografías de Pavón, sobre el hueco de la puerta, se han reconstruido con el mismo sistema las dos inferiores, apreciándose

claramente el color amarillento de la caliza, aún sin pátina. Parece el momento de rogar encarecidamente a arquitectos y a restauradores, de nuevo, que separen claramente sus trabajos de los restos antiguos, de modo que la consolidación (quizá lo único que debería hacerse), deje de confundirse con la reconstrucción, ni en la teoría, ni en la realidad. Es práctica desesperante y lamentable, que sigue desgraciadamente en uso, y que imposibilita, en muchos casos, el simple reconocimiento de la obra a estudiar.

24. La arquitectura militar de la zona se encuentra actualmente en curso de una imprescindible y generalizada revisión, a partir de la documentación gráfica antigua de cada lugar. Es tarea de inventario de la que se ocupa D. Enrique Domínguez, que ha de ser previa a cualquier otro estudio; hacemos votos por su adecuado desarrollo, además de mostrarle públicamente nuestra gratitud por las horas que le hicimos perder.
25. Hay que recordar que su búsqueda no se ciñe a los casos en los que existen las tabicas verticales.
26. También aparece escrito como «Sanahine» o bien como «Sanaahin».
27. Son importantes los trabajos de: (Chalmeta 1976, 359-444; Chalmeta 1980, 181–198).
28. Los hechos pueden seguirse en varios lugares. Hemos manejado: (García de Valdeavellano 1988, 401).
29. Así lo cree Pavón, que ni siquiera se plantea la lectura de Alilon o Ahilon, como parece verse en el original.
30. Posteriormente a ese trabajo se han llevado a cabo extensos trabajos de restauración. Es el caso mejor conservado, con torres completas y con la puerta de acceso al recinto. Aunque fue ampliada y reforzada, la mampostería ha quedado tras la cara ahora visible, apareciendo a tramos. Igualmente, se ha dispuesto para el acceso público parte del adarve, que conserva almenas rematadas en pirámides.
31. Incluye esta puerta entre los ejemplos de acodadas, ya del XII–XIII. Parece evidente que Pavón no llega a ver la restauración, que permite apreciar cómo el primitivo acceso, con mampostería encintada y entrada recta y simple, es forrado con piedra y reconvertido en codo.
32. Habría que mantener la suposición de unas fechas similares para todos los ejemplos, ante la dispersión y los usos registrados hasta el momento.
33. Plan Director en el que, bajo la dirección técnica de los arquitectos Ignacio y Eduardo Barceló de Torres (Estudio BAB de Arquitectura y Urbanismo) hemos tenido ocasión de participar llevando a cabo el estudio histórico del conjunto, un análisis arqueológico preliminar de las fábricas de la muralla y la propuesta general de actuación arqueológica.

Lista de referencias

Artigas, Pelayo. 1932. De la Villa de Ayllón: El Castillo y las Murallas. *Cultura Segoviana,* II, 4. Segovia.

Balbín Berhman, R. y P. Bueno Ramírez, eds. 1999. *II Congreso de Arqueología Peninsular. Arqueología romana y medieval.* Serie Actas. [Zamora 1996]. Alcalá de Henares.

Barrio Martín, Joaquín et al. 2001. Técnicas de construcción, estado de deterioro y sistemas de conservación preventiva en el hábitat del cerro del castillo de Bernardos (Segovia). En *Actas V Congreso de Arqueología Medieval Española (Valladolid 1999).* Valladolid: Junta de Castilla y León. Asociación Española de Arqueología Medieval.

Bernard, Javier. 1989. *Castillos de la Provincia de Burgos.* León: Lancia.

Cara Barrionuevo, Lorenzo. 1990. *La Almería islámica y su Alcazaba.* (Biblioteca de Autores y Temas Almerienses. 19. Serie Mayor). Almería: Cajal.

Cara Barrionuevo, Lorenzo. 2003. La construcción de un monumento. La Alcazaba de Almería tras 60 años de intervenciones. *Castillos de España,* 132. (Asociación Española de Amigos de los Castillos. Madrid.)

Cardiñanos Bardeci, Inocencio. 1987. *Arquitectura Fortificada en la provincia de Burgos.* Burgos: Diputación Provincial.

Centeno Roldán, Plácido. 1957. *Turégano y su castillo en la iglesia de San Miguel.* Segovia: Diputación Provincial de Segovia. (2ª edición, 1974.)

Chalmeta, Pedro. 1976. Simancas y Alhandega. *Hispania. Revista Española de Historia,* 133. (C.S.I.C. Madrid.)

Chalmeta, Pedro. 1980. Después de Simancas-Alhandega. Año 328/938–940. *Hispania. Revista Española de Historia,* 144. (C.S.I.C. Madrid.)

Colmenares y Peñalosa, Diego de. [1637] 1990. *Historia de la insigne ciudad de Segovia y compendio de las historias de Castilla.* Segovia: Nueva edición anotada de la Academia de Historia y Arte de San Quirce.

Colorado y Laca, Eugenio. S. a. *El Castillo de Turégano.* Segovia: Instituto Diego de Colmenares.

Cooper, Edward. 1991. *Castillos señoriales de la Corona de Castilla.* Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo.

Daza Pardo, Enrique. 2003. Xadrach y Castellón. Origen y desarrollo de la fortaleza del Cid en la Edad Media a través de la Toponimia y la Arqueología. En *Castillos de España.* Asociación Española de Amigos de los Castillos. Madrid.

Djanberidze, N y K. Matchabeli. 1981. *Tibilisa Mzheta.* Iskousstvo. Moscou.

Dotor, Ángel. s.f. Castillos de Madrid y Ávila. *Revista Geográfica Española.* s.n.

Fernández Ugalde, Antonio. 2001. Sobre la identificación

arqueológica de los asentamientos Beréberes en la Marca Media de Al-Andalus. En *La islamización de la Extremadura romana.* Cuadernos Emeritenses, 17. Museo Nacional de Arte Romano. Fundación de Estudios Romanos. Mérida.

Fuentes Domínguez, Ángel y Joaquín Barrio Martín. 1999. Proyecto de investigación arqueológica en el Cerro de la Virgen del castillo de Bernardos (Segovia). *II Congreso de Arqueología Peninsular. Arqueología romana y medieval.* Balbín Berhman, R.; Bueno Ramírez, P. (Eds.) Serie Actas. [Zamora 1996].Vol. IV. Alcalá.

García de Valdeavellano, Luis. 1988. *Historia de España Antigua y medieval, 2. Del siglo X a las Navas de Tolosa.* Madrid: Alianza.

Gómez Moreno, Manuel, Ed. 1917. *Anales Castellanos Primeros.* Madrid.

Gómez Santos, Antonio. 1962. El castillo de Aza, una fortaleza que desaparece. *Boletín de la Asociación Española de Amigos de los Castillos*, 36, págs. 95–98. Madrid.

González, Julio. 1974. La Extremadura castellana al mediar el siglo XIII. *Hispania. Revista Española de Historia,* 127. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Hoz, Jaime de, Luis Maldonado Ramos y Fernando Vela Cossío. 2003. *Diccionario de construcción tradicional: Tierra.* San Sebastián: Nerea.

Jiménez Esteban, Jorge. 1989. Aportación a la Arqueología Musulmana: Peñafora (Guadalajara). *Wad-Al-Hayara. Revista de Estudios de la Institución Provincial de Cultura Marques de Santillana*, 16. Guadalajara.

Krautheimer, Richard. 1996. *Arquitectura Paleocristiana y Bizantina.* Traducción por Consuelo Luca de Tena. Madrid: .Manuales Arte Cátedra. 5ª ed.

Lampérez y Romea, Vicente. 1904. Turégano. *Boletín de la Sociedad Española de Excursiones,* XVII y siguientes.

Lampérez y Romea, Vicente. 1930. *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media, según el estudio de los elementos y los monumentos.* Madrid: Espasa Calpe.

Layna Serrano, Francisco. 1934. Descripción e historia del castillo de Buitrago. *Revista de Bellas Artes.* XLII. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.

Layna Serrano, Francisco. 1994. *Castillos de Guadalajara.* Obras Completas de Layna, 2. 4ª. Guadalajara: Aache.

Levitsky, H. 1980. *Kiev.* Kiev: Mistetstvo Publics.

López-Muñiz Moragas, Gonzalo. 2003. El castillo de Jadraque. *Tierra de Guadalajara.* 44. Guadalajara: Aache.

Malalana Ureña, Antonio. 1987. *Escalona medieval (1083–1400).* Madrid: Asociación Cultural Al-Mudayna. Col Laya, 1.

Manzano Moreno, Eduardo.1989. *La organización fronteriza en Al-Andalus durante la época Omeya: aspectos militares y sociales (756–976/138–366 H).* Colección Tesis doctorales, 326/89. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Manzano Moreno, Eduardo. 1991. *La frontera del Al-Andalus en época de los Omeyas.* Biblioteca de Historia, 9. Madrid: C.S.I.C.

Martín Aymerich, M ª. Dolores, Teresa Tardío Dovao y Alonso Zamora Canellada. 1990. *Las murallas de Sepúlveda (Segovia). Un ensayo de aproximación con métodos arqueológicos, a un ejemplo de pervivencia arquitectónica.* Diputación Provincial de Segovia. Segovia.

Martín Postigo, Mª Soterraña. 1979. *Santa María de Cárdaba, Priorato de Arlanza y Granja de Sacramenia.* Estudios y documentos. XL. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Martínez Díez, Gonzalo. 1983. *Las Comunidades de Villa y Tierra de la Extremadura Castellana. Estudio Histórico-Geográfico.* Madrid: Editora Nacional.

Mazzoli-Guintard, C. 2000. *Ciudades de al-Andalus. España y Portugal en la época musulmana (S. VIII–XV).* Granada: Almed.

Michael, Ian. 1976. *Poema de Mío Cid.* Madrid: Clásicos Castalia, 75.

Municio González, Luciano. 1990. Arqueología preventiva y de Gestión 1984–1988. *Numantia,* III. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Olmo Enciso, Lauro. 2002. Arqueología medieval en Guadalajara. Un estado de la cuestión. *Actas del Primer Simposio de Arqueología de Guadalajara. Homenaje a Encarnación Cabré Herreros.* (Sigüenza 2000). Guadalajara: Ibercaja. Junta de Comunidades. Diputación de Guadalajara.

Pavón Maldonado, Basilio. 1984. *Guadalajara medieval. Arte y Arqueología Árabe y Mudéjar.* Madrid: C.S.I.C.

Pavón Maldonado, Basilio. 1999. *Tratado de Arquitectura Hispano-musulmana. II. Ciudades y fortalezas.* Madrid: C.S.I.C.

Quadrado, José María. 1894. *Recuerdos y bellezas de España.* Segovia. Ed. facsímile de la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia. Segovia, 1981.

Ruiz Hernando, J. A. 1975 [1981]. Las fortalezas de Laguna de Contreras y de Turégano. *Estudios Segovianos,* XXVII, págs. 101–122. Instituto Diego de Colmenares, de la Real Academia de Historia y Arte de San Quirce de Segovia.

Ruiz Hernando, J. A. 1982. *Historia del Urbanismo en la Ciudad de Segovia del siglo XII al XIX.* Segovia: Ayuntamiento de Segovia. Diputación Provincial de Segovia. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia.

Ruiz Hernando, J. A. 1988. *La Arquitectura de Ladrillo en la Provincia de Segovia. Siglos XII y XIII.* Segovia: Diputación Provincial de Segovia.

Sahoumian, S. T. 1980. *Les monuments conmemoratifs de la región du Gougark.* Tbilisi.

Terrase, Michel. 1969. *Buitrago.* Madrid: Melanges de la Casa de Velázquez, V.

Torres Balbás, Leopoldo. 1954. La Edad Media. *Resumen histórico del Urbanismo en España* 1–107. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

Torres Balbás, Leopoldo. 1960. Talamanca y la ruta olvidada del Jarama. *Boletín de la Real Academia de la Historia,* 146: 235–266.

Vela Cossío, Fernando y Miguel Ángel García Valero. 2002. Estudio histórico-arqueológico preliminar del conjunto fortificado de la villa de Aza. Barceló de Torres, Ignacio (dir.) *Plan Director de Restauración del conjunto histórico de Aza (Burgos).* Junta de Castilla y León. Trabajo inédito.

Vera, Juan de y Manuela Villalpando. 1956 [1981]. *Los castillos de Segovia.* Segovia: Diputación Provincial de Segovia.

VV.AA. 1985. *Inventario artístico de Málaga y su Provincia,* I. Madrid: Ministerio de Cultura.

VV.AA. 1993. *Castillos, fortificaciones y recintos amurallados de la Comunidad de Madrid.* Madrid: Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid, Guías de Patrimonio Histórico.

VV.AA. 1997. Arquitectura Religiosa de Vélez-Málaga. Pág. Web *Málaga Digital.* Málaga.

Zamora Canellada, Alonso. 1993. *El castillo de Ayllón (Segovia). Estudio arqueológico e histórico. Estudios Segovianos.* Tomo 34, nº 90. Segovia: Academia de Historia y Arte de San Quince, de Segovia. Diputación Provincial y C.S.I.C.

Zinkewych, O. y V. Hula. 1993. *Ukraine A Turist Guide.* Smoloskyp Publishers.

Lista de Autores

Acuña, Luis. Departamento de Ingeniería Agrónoma y Forestal, Universidad de Valladolid.

Aita, Danila. Dipartamento di Scienze per l'Architettura, Università di Genova. Génova, Italia.

Albardonedo Freire, Antonio J. Profesor de Fuentes de la Historia del Arte, Departamento de Historia del Arte, Universidad de Sevilla.

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel. ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Alonso Ruiz, Begoña. Instituto Universitario de Historia Simancas, Universidad de Valladolid.

Álvarez Luna, María de los Ángeles. Licenciada en Historia del Arte por la Universidad de Sevilla.

Álvarez García, Julia. Secretario de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos; Universidad de La Coruña.

Anguís Climent, Diego. Arquitecto y Arquitecto Técnico, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Universidad de Sevilla.

Arenillas Parra, Miguel. ETS Ingenieros CCP, Universidad Politécnica de Madrid.

Ariza López, Iñigo. Arquitecto, Profesor Asociado de Construcción III, ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.

Aroca Hernández-Ros, Ricardo. Decano del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

Arriaga Carmona, Felipe. Dr. Historia del Arte, Universidad de Castilla la Mancha. Ciudad Real

Arrúe Ugarte, María Begoña. Historiadora del Arte, Universidad de La Rioja. Logroño.

Asenjo Rodríguez, José Enrique. Arquitecto, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Azorín López, Virtudes. Investigador Titular de OPI's. Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja» del CSIC. Madrid.

Barranco, Isabel. Departamento de Ingeniería de Estructuras y Edificación, Universidad de Valladolid.

Basterra Otero, Luis Alfonso. Departamento de Ingeniería de Estructuras y Edificación, Universidad de Valladolid.

Bernabeu Larena, Jorge. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Betancourt Serna, Fernando. Catedrático de Derecho Romano, Universidad de Sevilla.

Boato, Anna. Dipartamento di Scienze per l'Architettura, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Genova. Génova, Italia.

Borallo Jiménez, Milagrosa. Dr. Arquitecto, Profesora Asociada, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.

Borrego Rodríguez, Fernando. Departamento de Químico-Física de Materiales de Construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Cacciavillani, Carlos Alberto. Catedrático de Historia de las Técnicas Constructivas, Facultà di Architettura, Università «G. D. Annunzio». Chieti, Italia.

Calama Rodríguez, José María. Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Universidad de Sevilla.

Calvo López, José. Universidad Politécnica de Cartagena.

Camino Olea, María Soledad. Profesora Titular Interina, Universidad de Valladolid, ETS de Arquitectura, Universidad de Valladolid.

Candelas Gutiérrez, Ángel Luis. Dr. Arquitecto, ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.

Cañas Palop, Cecilia. Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Universidad de Sevilla.

Cárdenas y Chavarri, Javier de. Catedrático de Construcción de la ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Carrasco Hortal, José. Dr. Arquitecto, Universidad de Alicante.
Casado, Milagros. Departamento de Ingeniería Agrónoma y Forestal, Universidad de Valladolid.
Casals Balagué, Albert. Arquitecto, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
Casas, Antonio de las. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Cassinello Plaza, María Josefa. Profesor Titular Interino, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Castilla Pascual, Francisco Javier. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
Castillo Barranco, J. C. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Iberinsa. Madrid.
Chamorro Trenado, Miguel Ángel. Dr. Arquitecto Técnico, Profesor de la Escuela Politécnica Superior, Universidad de Girona.
Climent Simón, José Manuel. Profesor de Proyectos Arquitectónicos, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Valencia.
Collado Espejo, Pedro Enrique. Arquitecto técnico, Master en Restauración y Rehabilitación del Patrimonio, Profesor de Restauración, Rehabilitación y Mantenimiento de Edificios de la UPCT. Cartagena.
Corradi, Massimo. Profesor de Historia de la Ciencia, Dipartamento di Science per l'Architettura, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Genova. Génova, Italia.
Cortés Gimeno, Rafael. Departamento de Ingeniería del Terreno, Universidad Politécnica de Valencia.
Crescente, Roberto. Doctorando en Arquitectura, Facoltà di Architettura, Università «G. D. Annunzio». Chieti, Italia.
Cuenca Prat, Beatriu. Dr. Arquitecto Técnico, Profesor TEU, Universidad de Girona.
Da Casa Martín, Fernando. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
Díaz del Campo Martín Mantero, Ramón Vicente. Universidad de Castilla La Mancha.
Díaz Regodón, Inés. Arquitecto, Universidad de Sevilla. Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja» del CSIC. Madrid.
Díaz-Guerra Jaén, Carmen. Ingeniería 75, S.A. Madrid.
Domouso de Alba, Francisco José. Profesor de Construcción, Universidad Europea de Madrid, Profesor del Master de Restauración Arquitectónica, ETSAM, Profesor Colaborador, Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica. Madrid.
Durán Fuentes, Manuel. Dr. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de La Coruña.
Eggemann, Holger. Fakultät für Architektur, RWTH Aachen. Aachen, Alemania.
Fernández Ramírez, Vanessa. Departamento de Químico-Física de Materiales de Construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
Filemio, Valentina. Dipartamento di Science per l'Architettura, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Genova. Génova, Italia.
Font Arellano, Juana. Licenciada en Historia del Arte, Profesora del Master de Restauración de Patrimonio, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
Forlani, María Cristina. Arquitecto, Profesor de Tecnología Arquitectónica, DiTAC, Facoltà di Architettura, Università «G. D. Annunzio». Pescara, Italia.
Freire Tellado, Manuel. Dr. Arquitecto, Departamento de Tecnología de la Construcción, ETSA de La Coruña.
Galarza Tortajada, Manuel. Arquitecto Técnico. Valencia.
Gámiz Gordo, Antonio. Dr. Arquitecto, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla.
García, Rafael. Dr. Arquitecto, Profesor Titular de Composición Arquitectónica, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
García Bodega, Andrés. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
García Muñoz, Julián. Universidad SEK de Segovia. Segovia.
Garín, Alberto. Licenciado en Arqueología, Sorbonne de París, D.E.A. en Historia Medieval, E.H.E.S.S. de París, Responsable de las Actividades Culturales y de Patrimonio de la Cooperación Española en Jerusalén.
Gil Crespo, Ignacio Javier. ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Giner García, María Isabel. Arquitecto Técnico, Profesora Asociada, Escuela Técnica Superior de Gestión de la Edificación, Universidad Politécnica de Valencia.
Gómez de Terrero Guardiola, Pedro. Dr. Arquitecto, Profesor asociado de la ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.
González Martín, Cristina. Arquitecto, Doctoranda en el Departamento de Estructuras, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
González Moreno-Navarro, José Luis. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
Gónzalez Redondo, Esperanza. Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
Graciani García, Amparo. Dr. Historia del Arte, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.
Guerra García, Pablo. Doctorando en la Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
Guerra Pestonit, Rosa Ana. Arquitecto, ETSA de A Coruña, Profesora Titular, Departamento de Ingeniería Agrofo-

restal, Escuela Universitaria, Universidad de Santiago de Compostela.

Guerrero Vega, José María. Arquitecto Técnico por la Universidad de Sevilla.

Hereza Domínguez, J. I. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Comisario Adjunto, Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza.

Huerta, Santiago. ETS de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Iori, Tullia. Ingeniero, Investigador, Departamento de Ingeniería Civil, Facoltà di Ingegnería Civile, Università «Tor Vergata». Roma, Italia.

Jaureguizar, Francisco. Departamento Técnico de Construcción, ETS de Arquitectura, Universidad de A Coruña.

Jódar Mena, Manuel. Becario de Investigación del Área del Historia del Arte del Departamento de Territorio y Patrimonio Historico de la Universidad de Jaén.

Jordá Such, Carmen. Dr. Arquitecto, Catedrático de Universidad, Departamento de Composición Arquitectónica, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Juan García, Natalia. Departamento de Historia del Arte, Universidad de Zaragoza.

Kurrer, Karl-Eugen. Ernst & Sohn Publishers. Berlín, Alemania.

Lemus Molina, Lorena. Arquitecto, Universidad de Guatemala, Master en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico y Urbano, ETSAM, Programa de Patrimonio de la Cooperación Española para el mundo Mediterráneo.

López, Gamaliel. Departamento de Ingeniería de Estructuras y Edificación, Universidad de Valladolid.

López Mozo, Ana. ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Luxán Gómez del Campillo, María Pilar de. Jefe del Departamento de Químico-Física de Materiales de Construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja», Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Maciá Sánchez, Juan Francisco. Arquitecto, Escuela Técnica de Ingeniería Técnica Civil, Departamento de Arquitectura y Tecnología en la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena.

Maldonado Ramos, Luis. Catedrático de Construcción de la ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Marín Palma, Ana M. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.

Marín Sánchez, Rafael. Profesor Titular de Historia de la Construcción, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, ETS de Gestión en la Edificación, Universidad Politécnica de Valencia.

Martín García, Juan Manuel. Profesor, Departamento de Historia del Arte, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Granada.

Martín García, Mariano. Arquitecto Técnico, Universidad de Granada. Granada.

Martínez, Antonio Alejandro. Arquitecto, GV 408. Madrid.

Martínez, Isabel. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de La Coruña.

Martínez Montero, Jorge. Universidad de León.

Merino de Cáceres, José Miguel. Profesor, Departamento de Composición Arquitectónica, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Mora Alonso-Muñoyerro, Susana. Arquitecto, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Morales Segura, Mónica. Arquitecto. Madrid.

Navarro Valverde, Francisco Antonio. Licenciado en Geografía e Historia, Universidad de Granada.

Nuere Matauco, Enrique. Dr. Arquitecto, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Núñez Martí, Paz. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.

Ortega Vidal, Javier. ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Ortiz Serrano, Ana Isabel. Licenciada en Historia, Universidad de Granada.

Ortueta Hilberath, Elena de. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.

Palacios Gonzalo, José Carlos. Dr. Arquitecto, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Palaia Pérez, Liliana. Dr. Arquitecto, Catedrática de Universidad, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Valencia.

Pecoraro, Ilaria. Profesor de Historia de la Técnica Constructiva, Prima Facoltà di Architettura «Ludovico Quaroni», Università degli Studi «La Sapienza». Roma, Italia.

Peñalver Martínez, María Jesús. Arquitecto, Escuela Técnica de Ingeniería Técnica Civil, Departamento de Arquitectura y Tecnología en la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena.

Pinto Puerto, Francisco. Dr. Arquitecto, Profesor Titular, ETS de Arquitectura, Universidad de Sevilla.

Pintor Ruano, M. C. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Jefa de Servicio, Concesiones y Autorizaciones 2, Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza.

Pittaluga, Daniela. Dipartamento di Scienze per l'Architettura, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Genova. Génova, Italia.

Pliego de Andrés, Elena. Arquitecto. Madrid.

Pomar Rodil, Pablo Javier. Licenciado en Historia del Arte, Universidad de Sevilla.

Poretti, Sergio. Profesor of Architecture Construction, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Rome «Tor Vergata». Roma, Italia.

Rabasa Díaz, Enrique. Catedrático de Universidad, Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica, EST de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.

Rabasco Pozuelo, Pablo. Becario FPDI Junta de Andalucía, Historia del Arte, Universidad de Córdoba.
Ramis, Miquel. Director Proyecto Artifex. Marratxinet.
Ramón, Gema. Departamento de Ingeniería de Estructuras y Edificación, Universidad de Valladolid.
Recio Mir, Álvaro. Dr. Historiador del Arte, Profesor Titular, Universidad de Sevilla.
Redondo Martínez, Esther. Arquitecto, Profesor de la Universidad Europea de Madrid.
Reinares Fernández, Oscar. Arquitecto. Logroño.
Relea, Enrique. Departamento de Ingeniería Agrónoma y Forestal, Universidad de Valladolid.
Rivera Gámez, David. Profesor de la Universidad Alfonso X el Sabio. Madrid.
Robador González, María Dolores. Dr. Arquitecto, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Universidad de Sevilla.
Rodríguez Sánchez, Antonio. Dr. Arquitecto, Subdirector del Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control, EUT de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Rodríguez-Vellando Fernández-Carvajal, Pablo. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de La Coruña.
Romero Bejerano, Manuel. Licenciado en Historia del Arte, Doctorando de la Universidad de Sevilla. Jerez de la Frontera.
Ruiz de la Rosa, José Antonio. Universidad de Sevilla.
Ruiz Gutiérrez, Ana. Dr. Historia del Arte, Universidad de Granada.
Sanjurjo Álvarez, Alberto. Arquitecto, Profesor de Expresión Gráfica, Escuela Politécnica Superior, Universidad San Pablo-CEU. Madrid.
Sanz, David. Departamento de Construcción y Técnicas Arquitectónicas, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica. Madrid.
Segura Graiño, Cristina. Departamento de Historia Medieval, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid.
Sobrino González, Miguel. ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
Suárez Medina, Francisco Javier. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada.
Tormo Esteve, Santiago. Arquitecto Técnico, Profesor Asociado, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad Politécnica de Valencia.
Trallero Sanz, Antonio. Profesor, Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
Valcárcel, Juan P. Departamento Técnico de Construcción, ETS de Arquitectura, Universidad de A Coruña.
Valeriani-Becchi, Simona. Dr. Des., Economy History Department, London School of Economics. London, UK.
Vázquez, Cristina. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de La Coruña.
Vela Cossío, Fernando. Dr. Arqueólogo, Profesor Asociado, Departamento de Composición Arquitectónica, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Vela Martins, Natalia. Arquitecto, Unesp-Bauru, Sao Paulo, Brasil, Estudiante de Doctorado, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Vicente Val, Beatriz. Arquitecto Técnico por la Universidad Politécnica de Madrid. Becaria del Departamento de Químico-Física de Materiales de Construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
Villa García, Luis Manuel. Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo.
Villagrá, Carlos. Arquitecto, Instituto de Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja» del CSIC. Madrid.
Villalobos Gómez, Aurora. Arquitecto, ETS de Arquitectura de Sevilla.
Villanueva Domínguez, Luis de. Dr. Arquitecto, Catedrático de Universidad, Departamento de Construcción y Técnicas Arquitectónicas, ETS de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Wulff Barreiro, Federico. Arquitecto, Profesor de la ETS de Arquitectura, Universidad de Granada.
Zamora Canellada, Alonso. Museo de Segovia.

Índice de autores

Acuña, L. 121
Aita, D. 1
Albardonedo Freire, A. 11
Alonso Rodriguez, M. A. 803
Alonso Ruiz, B. 21
Alvarez Luna, M. A. 35
Alvarez, J. 977
Anguís Climent, D. 49, 429
Arenillas Parra, M. 61
Ariza López, I. 67, 203
Aroca Hernández-Ros, R. 519, 529
Arriaga Carmona, F. 77
Arrúe Ugarte, B. 87
Asenjo Rodríguez, J. E. 99
Azorín López, V. 111

Barranco, I. 121
Basterra Otero, L. A. 121
Bernabeu Larena, J. 133
Betancourt Serna, F. 11
Boato, A. 143
Borrallo Jiménez, M. 155

Cacciavillani, A. 297
Calama Rodríguez, J. M. 165, 171
Calvo López, J. 185
Camino Olea, M. S. 195
Candelas Gutiérrez, A. L. 203, 213
Cañas Palop, C. 165, 171
Cárdenas y Chávarri, J. 219
Carrasco, J. 233
Casado, M. 121
Casals Balagué, A. 511
Casas, A. de las 241
Cassinello Plaza, M. J. 249
Castilla Pascual, F. J. 259
Castillo Barranco, J. C. 61
Chamorro Trenado, M. A. 307, 317
Climent Simón, J. M. 277
Corradi, M. 289
Cortés Gimeno, R. 61
Crescente, R. 297
Cuenca Prat, B. 307

Da Casa Martín, F. 451
Díaz Regodón, I. 329
Díaz del Campo, R. V. 341
Díaz-Guerra Jaén, C. 61
Domouso, F. 353
Dorrego, F. 679
Durán Fuentes, M. 363

Eggemann, Holger, 377

Fernández, V. 679
Filemio, V. 289
Font Arellano, J. 389
Forlani, M. C. 395
Freire Tellado, M. J. 407

Galarza Tortajada, M. 419
Gámiz Gordo, A. 429
García Bodega, A. 451
García Muñoz, J. 463
García, Rafael 439
Gil Crespo, I. J. 219
Giner García, M. I. 471
Girón Sierra, F. J. 479

Gómez de Terreros, P. 489
González Martín, C. 499
González Moreno-Navarro, J. L. 511
González Redondo, E. 519, 529
Graciani García, A. 537, 547
Guerra García, P. 561
Guerra Pestonit, R. A. 571
Guerrero Vega, J. M. 35

Hereza Domínguez, J. I. 61
Hernando de la Cuerda, R. 581
Huerta, S. 593

Iori, T. 605

Jaureguizar, F. 615
Jódar Mena, M. 623
Jordá Such, C. 633
Juan García, N. 643

Kurrer, K.-E. 377

Lemus Molina, L. 329
López Manzanares, G. 655
López Mozo, A. 667
López, G. 121
Luxán, M. P. 679

Maciá Sánchez, J. F. 851
Maldonado Ramos, L. 219, 687, 699
Marín Palma, A. M. 707
Marín Sánchez, R. 717
Martín García, J. M. 729
Martín García, M. 741
Martínez Montero, J. 759
Martínez, A. A. 749
Martínez, I. 977
Merino de Cáceres, J. M. 771
Mora Alonso-Muñoyerro, S. 781, 1115
Morales Segura, M. 791

Nuere Matauco, E. 799
Núñez Martí, P. 259

Ortega Vidal, J. 803
Ortueta Hilberath, E. 809

Palacios Gonzalo, J. C. 821
Palaia Pérez, L. 831
Pecoraro, I. 841
Peñalver Martínez, M. J. 851
Pinto Puerto, F. 863
Pintor Ruano, M. C. 61
Pittaluga, D. 143
Pliego de Andrés, E. 875
Pomar Rodil, P. J. 889
Poretti, S. 605

Rabasa Díaz, E. 901, 909
Rabasco Pozuelo, P. 919
Ramis, M. 931
Ramón, G. 121
Recio Mir, A. 889
Redondo Martínez, Esther 943
Reinares Fernández, O. 87
Rivera Gámez, D. 687
Robador González, M. D. 49
Rodríguez García, A. 953
Rodríguez Sánchez, A. 965
Rodríguez-Vellando, P. 977
Romero Bejerano, M. 35, 987
Ruiz Gutiérrez, A. 993
Ruiz de la Rosa, J. A. 1001

Sánchez-Montero, Y. 111
Sanjurjo Álvarez, A. 875
Sanz, D. 1115
Segura Graíño, C. 1009
Sobrino González, M. 901, 1017
Suárez Medina, F. J. 1029

Tormo Esteve, S. 831
Trallero Sanz, A. M. 707

Valcárcel, J. P. 615
Valeriani-Becchi, S. 1039
Vázquez, C. 977
Vela Cossío, F. 1051, 1137
Vela Martins, N. 1065
Vicente, B. 679
Villa García, L. M. 1077
Villagrá Fernández, C. 111
Villalobos Gómez, A. 1091
Villanueva, L. de 1103, 1115

Wulff Barreiro, F. 1123

Zamora Canellada, A. 1137


9 788497 281478